

# مذكرة الأولمبياد الوطني المجال الأحياء

## لجنة الإعداد والمراجعة :

أ/عصام الحملي  
أ/محمد أكبر  
أ/طلال النومس  
أ/علي أمين  
أ/أسامة خضر  
أ/خلود الدليمي  
أ/هدية الشمري  
أ/منال الصالح

## لجنة المراجعة الثانية :

أ/عبد الحميد الكندري  
أ/فهدة فريجان السعيد  
أ/غدير خدادة

## الإشراف :

أ/دلال المسعود رئيس اللجنة الفنية المشتركة للأحياء

## الفهرس

م	الموضوع	عدد الصفحات
1	الخلية الحية والأنشطة الخلوية والإنقسام الخلوي.	من ص 2 الي ص 35
2	تشرح النبات وفسولوجيا النبات .	من ص 36 الي 66
	علم الوراثة .	من ص 67 الي 86

## الخلية الحية

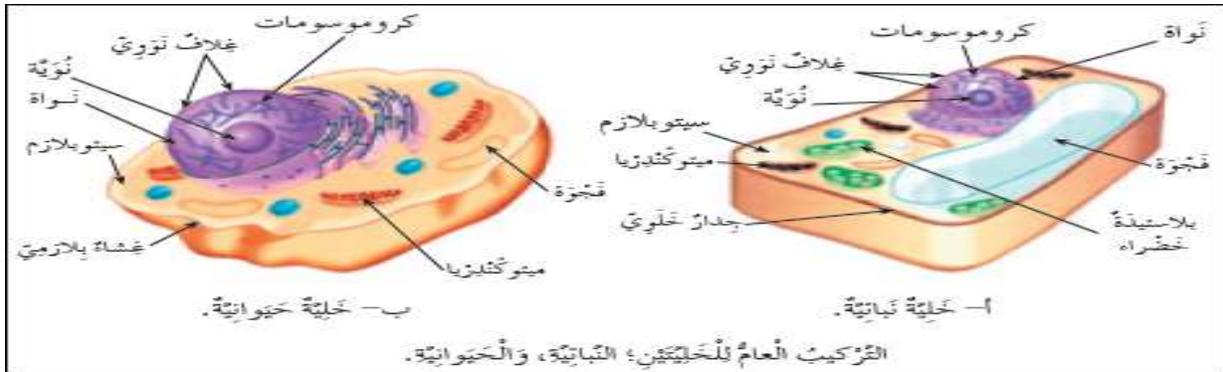
تشكل الخلية الحد الفاصل بين الحي واللاحي، وهي الوحدة التركيبية والوظيفية للكائن الحي. وتمثل أصغر تركيب قابل للقيام بكافة الوظائف الضرورية للحياة. جميع الخلايا محاطة بغشاء بلازمي يحتوي طبقة مزدوجة من دهن مفسفر؛ مدعم ببعض جزيئات البروتين. " شرح غشاء الخلية يأتي لاحقاً " تصنف الخلايا الى خلايا ذات نواة بدائية " بدائية النواة" وخلايا ذات نواة حقيقية " حقيقية النواة".

### الخلايا بدائية النواة:

يفتقد هذا النوع من الخلايا الى وجود غشاء مغلف للنواة. للخلايا بدائية النواة كروموسوم واحد يقع بالقرب من النوية ولا يغلف النوية عادة غشاء، ويحوي السيتوبلازم آلاف الريبوسومات لإنتاج البروتينات، وفي بدائية النواة تكون الريبوسومات صغيرة الحجم مختلفة عن الريبوسومات في حقيقة النواة. وتحتوي البكتيريا الزرقاء صبغه حساسة للضوء داخل أغشية أفراص مسطحة تسمى " الثايلوكويدات". وتتفوق بدائية النواة على حقيقية النواة بأنها متنوعة أكثر من حيث عمليات الأيض التي تؤديها. معظمها يستطيع انتاج كافة المكونات التركيبية من جزيئات بسيطة غير عضوية.

### الخلايا حقيقية النواة:

خلايا معقدة البنية والسمة التركيبية الأساسية لها هو وجود النواة، التي تعزل الحمض النووي عن سيتوبلازم الخلية. ويمكن تقسيم الخلايا حقيقية النواة الى خلايا نباتية وخلايا حيوانية يتشاركان في معظم التراكيب الغشائية.

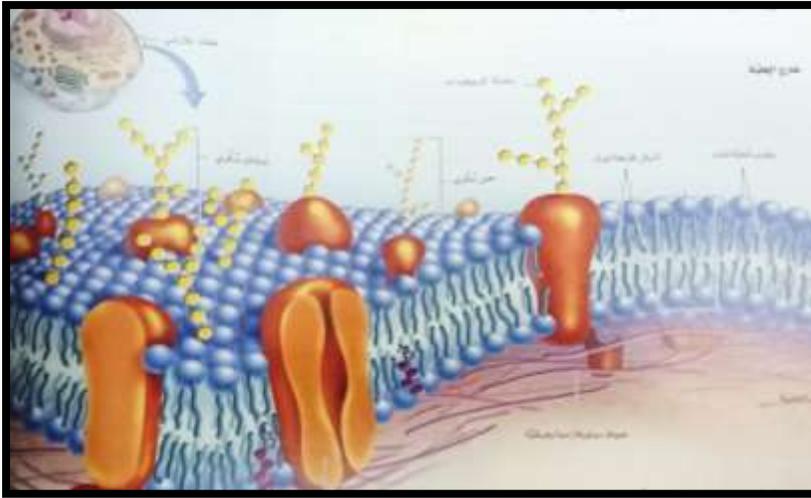


## التركيب العام للخلية

### General Cell Structure

الخلايا المختلفة تتميز بتركيب عام لا يتغير من خلية إلى أخرى بصرف النظر عن وظائفها. ويتلخص هذا التركيب في أن لكل خلية غشاء خلويًا يحيط بها كما أن لها نواة تحتوي على مادتها الوراثية التي تهيمن على نشاطها وتدير شئونها، وبها سيتوبلازم يحتوي على عضيات تقوم بالوظائف الحيوية الأساسية. وتختلف الخلايا عن بعضها في كم هذه المكونات وطريقة تنظيمها.

#### أولاً : الغشاء البلازمي:

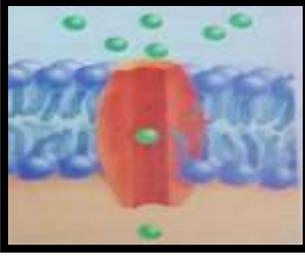


يفصل الغشاء البلازمي محيط الخلية الداخلي عن محيطها الخارجي، وينظم عبور الجزيئات من الخلية وإليها، ويحافظ على محيط مستقر داخل الخلية. يتكون الغشاء البلازمي من طبقة مزدوجة من الدهون المفسفرة تدعمه فيها جزيئات البروتين، وتكون فيها رؤوس الدهون المفسفرة المحبة للماء جزء من

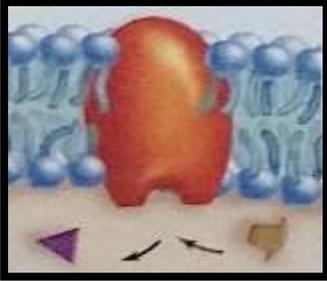
السطحين الداخلي والخارجي للغشاء. وتكون الأذيال الكارهة للماء الجزء الداخلي من الغشاء. تكسب الدهون الغشاء البلازمي القوام المائع والتماسك، أما البروتينات الداخلة لها دور في وظائف معينة تتعلق بحركة مرور الجزيئات عبر الغشاء، وتعمل بعضها مستقبلات للجزيئات الباعثة للإشارة، وتؤدي البعض الآخر دوراً إنزيمياً.

#### وظائف البروتينات المرتبطة بالغشاء البلازمي:

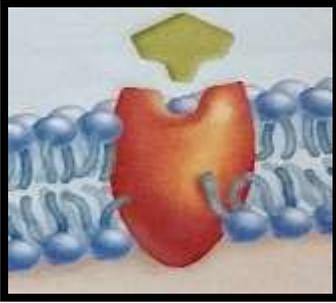
تحتوي الأغشية الخلوية على مجموعة معقدة من البروتينات المحصورة بين جزيئات الدهون المفسفرة ذات الحالة السائلة. يسمح هذا التصميم المرن بتفاعلات واسعة المجال مع البيئة المحيطة، وبعض هذه التفاعلات يعتمد على أنواع من البروتينات منها :



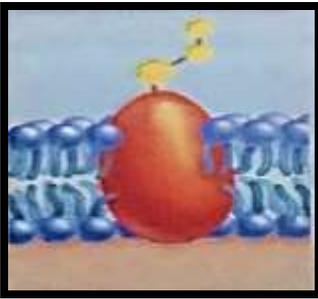
- النواقل Transporters: ترتبط وظيفتها بانتقال الجزيئات عبر الغشاء، وهي تحتوي على قناة تسمح بمرور المواد بسهولة عبر الغشاء عن طريق النقل الميسر مثل قنوات الصوديوم والبوتاسيوم في العصب والقلب والخلايا العضلية .



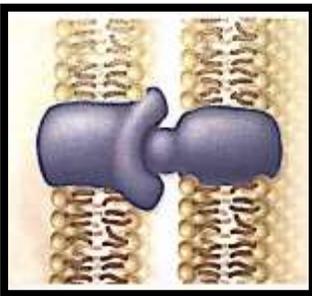
- الأنزيمات Enzymes: تلعب دور بنقل المواد عبر الغشاء باتحادها مع المواد.



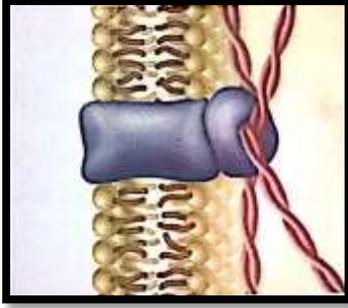
- المستقبلات على سطح الخلية Cell surface receptors لها شكل خاص يسمح لجزيئات معينة بالاتحاد بها ويغير هذا الاتحاد شكل البروتين ويتبعه استجابة خلوية.



- البروتينات المميزة للخلية Cell surface identity makers: بروتينات سكرية، تساعد في التعرف على العوامل والكائنات الممرضة لإحداث التفاعل المناعي.



- البروتينات اللاصقة cell-to-cell adhesion proteins: تساعد البروتينات اللاصقة على لصق واتصال الخلايا ببعضها البعض ويمكن أن يكون هذا الاتصال بين الخلايا مؤقتاً أو دائماً.



• البروتينات المرتبطة بالهيكل الخلوي Attachment to the cytoskeleton:

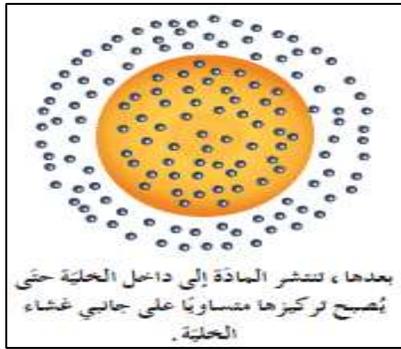
وهي عبارة عن بروتينات رابطة تعمل على تثبيت البروتينات السطحية التي تتصل مع خلايا أخرى بالهيكل الداخلي للخلية .

**نفاذية الغشاء البلازمي:**

ويعتبر غشاء ذو نفاذية انتقائية " اختيارية" أي يسمح لمواد معينة بالمرور دون غيرها. وانتقال المواد من وإلى الخلية يتم بعدة طرق، منها :

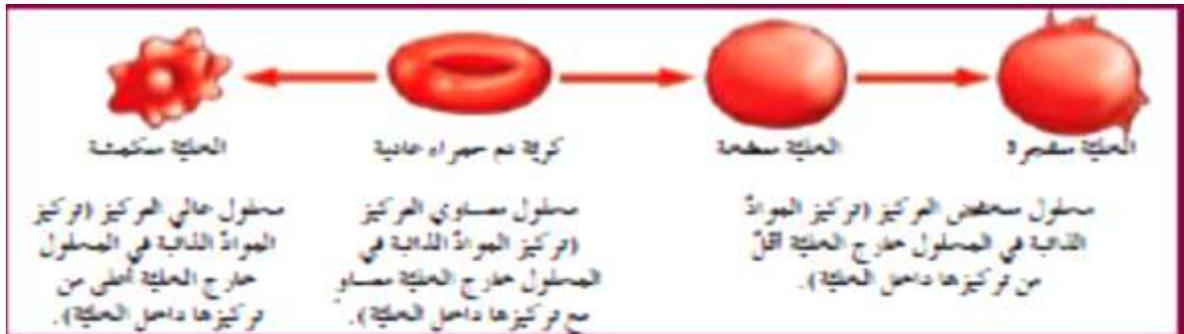
١. الانتشار : Diffusion

حركة انتقال الجزيئات من منطقة التركيز العالي الى منطقة التركيز المنخفض، أي عبر تدرج التركيز حتى تتم حالة التوازن. وهي الآلية التي يتم فيها دخول الأوكسجين وخروج ثاني أكسيد الكربون.



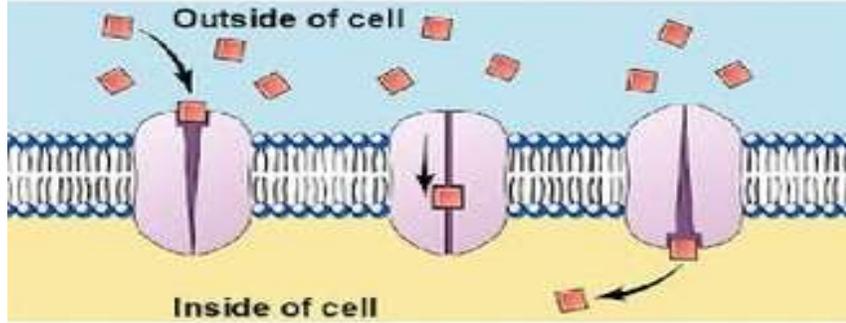
٢. الاسموزية Osmosis :

عملية انتشار الماء عبر غشاء الخلية الانتقائي "شبه منفذ" بسبب فرق التركيز على جانبي الغشاء . عند وضع الخلية الحية في المحلول المتساوي التركيز لا تكتسب الخلية الماء أو تفقده ، بينما في المحلول ناقص التركيز تكتسب الخلية الماء ، وعلى العكس في المحلول زائد التركيز حيث تفقد الماء وينكمش السيتوبلازم .



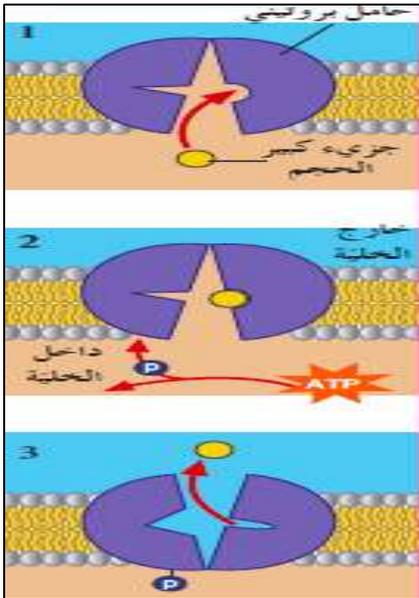
### ٣. النقل الميسر passive transport :

هو انتقال جزيئات المواد عبر غشاء الخلية بواسطة ناقل أو حامل وسيط من بروتينات الغشاء نفسه ويكون النقل وفق منحدر التركيز ولا تبذل الخلية أي طاقة.



### ٤. النقل النشط Active transport :

تلتزم البروتينات الناقلة صرف طاقة ATP لنقل الجزيئات عكس اتجاه تدرج التركيز ، وتسمى البروتينات ذات العلاقة بالنقل النشط " المضخات " وذلك لأنها تستخدم الطاقة في ضخ المواد عكس تدرج التركيز ، مثل ما تستخدم مضخة الماء الطاقة في ضخ الماء عكس قوة الجاذبية.



## ثانيا: جدار الخلية Cell wall :



### أولاً: تركيب جدار الخلية:

يوجد الجدار الخلوي في الخلايا النباتية ولا يوجد في الحيوانية حيث يعطي الحماية والدعامة لها، يتكون جدار الخلية من مواد غير حية تفرز من قبل البروتوبلاست ويتكون الجدار الخلوي من ثلاثة أجزاء هي:

#### (١) الصفحية الوسطى middle lamella :

المادة الخلوية التي تربط بين الخلايا ، وتتكون من مواد بكتينية ( بكتات الكالسيوم او المغنسيوم ) كما قد تضاف اليها مادة اللجنين في الانسجة الخشبية .

#### (٢) الجدار الابتدائي Primary wall :

هو اول جدار يتكون في الخلايا المرستيمية،

ويتكون من السليلوز وأنصاف السليلوز ، وقد يدخل اللجنين او السوبرين او الكيوتين في تركيبه ، وذلك في الخلايا البالغة . ويعد الجدار الأساسي في الخلية النباتية، وقد يظل الجدار الوحيد في حياة الخلية البالغة. وقد يكون رقيقاً او سميكاً.

#### (٣) الجدار الثانوي Secondary wall :

تترسب مادة الجدار الثانوي بعد نضج الخلية وتوقفها عن النمو فوق الجدار الابتدائي باتجاه فراغ الخلية والجدار الثانوي لا يغطي تماما الجدار الابتدائي، بل يترك مسافات معينة تسمى بالنقر. وتتكون مادة الجدار الثانوي من السليلوز وأنصاف السليلوز ، ويدخل اللجنين عادة في تركيبه .

### ثانيا : النقر Pits :

هي تجاويف او انخفاضات في الجدار الابتدائي والثانوي (إن وجد) للخلية النباتية، ويتخللها عدد كبير من الروابط السيتوبلازمية. ووظيفة النقر ربط الخلايا النباتية مع بعضها لاحتوائها على الروابط السيتوبلازمية.

### • ثالثا: السيتوبلازم: Cytoplasm

يتركب السيتوبلازم من مادة غروانية ( شبة سائلة ) متجانسة تملأ الحيز بين غشاء الخلية والنواة ، ويتكون أساسا من الماء وبعض المواد العضوية وغير العضوية كما يحتوي السيتوبلازم على شبكة من

الخيوط والأنايبب الدقيقة التي تكسب الخلية الدعامة وتساعد على الحفاظ على شكلها وقوامها، بالإضافة الى عملها كمسارات تنتقل عبرها المواد المختلفة من مكان الى آخر وتسمى **هيكل الخلية Cytoskeleton**.

### عضيات الخلية Cell Organelle ( جهاز الأغشية الداخلي )

العضية هي أحد محتويات سيتوبلازم الخلية؛ التي تتميز بأنها ثابتة التواجد بها ويدخل إيجابيا في أنشطتها الحيوية ، وقد توجد في الخلية بعض المحتويات بصفة مؤقتة أو صفة دائمة ولكنها لا تدخل إيجابيا في العمليات الحيوية وتسمى بالمحتويات غير الحية Nonliving inclusions للخلية .

وقد لوحظ أن هناك مجموعة من العضيات التي تتركب من أغشية تشبه غشاء الخلية؛ وتتضافر في اتمام وظائف معينه (خاصة تصنيع وافراز البروتين).  
١. الشبكة الاندوبلازمية الملساء (Smooth endoplasmic reticulum (SER)

هذا الجزء يتميز بأنه حمضي الاصطباج Acidophilic وذلك لوجود البروتينات الغشائية التي تكون عادة ذات طبيعة قاعدية وتقوم الشبكة الاندوبلازمية الملساء بالعديد من الوظائف الخلوية منها ما يلي :

أ- تصنيع الليبيدات وخاصة الستيرويدات Steroids.

ب- تكوين الاملاح او الاحماض المعدنية.

ج - تخليص الخلية من السموم وذلك بربط السموم مع البروتينات الموجودة في اغشيتها.

د - نقل السياتلات العصبية من غشاء الخلية الى داخلها كما في الخلايا العصبية .

هـ - دوران المواد داخل السيتوبلازم كما في الخلايا الفارزة.

و - تكوين وتكسير الجليكوجين حيث يوجد الانزيم الخاص بهذه العملية في اغشية الشبكة الملساء .

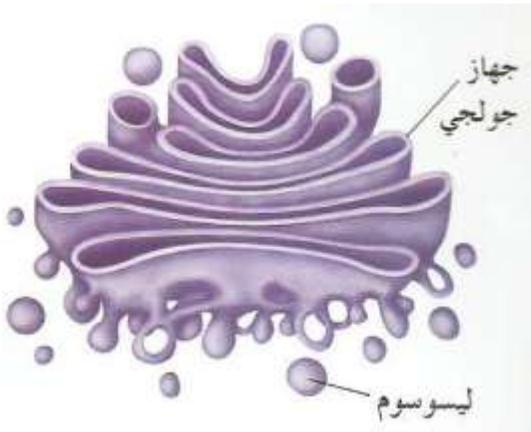
ي- تخزين الكالسيوم.

## ٢. الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (الحبيبية): (rough E.R)

وهي خشنة لوجود الريبوسومات Ribosomes على سطح اغشيتها ؛ والوظيفة الاساسية للشبكة الحبيبية هي تصنيع البروتينات التي تقوم الخلية بإفرازها (وتكون عادة انزيمات) ولذلك فان الخلايا المصنعة للبروتينات تكون مليئة بالشبكة التي تضي عليها اصطبغا قاعديا بسبب وجود الحمض النووي في الريبوسومات .وبعد ان تتكون جزيئات البروتينات في الريبوسومات تسقط في تجويف الشبكة الاندوبلازمية الحبيبية وتمر داخلها الى ان تصل الى اجسام جولجي حيث يتم تركيزها وتعبئتها في اغشية على هيئة الحبيبات او الحويصلات الافرازية التي تتحرك نحو غشاء الخلية لتصب محتوياتها خارجها .

### • الريبوسومات :

هي حبيبات يصل القطر الواحد منها الى حوالي ( ١٥ نانومتر) وتتميز الى جزء صغير ( ٥ نانومتر) وآخر كبير ( ١٠ نانومتر) يرتبطان مع بعضهما فقط في وجود الحمض النووي الرسول ويتكون كل جزء في نويه الخلية.والريبوسومات هي قارئات الشفرة الوراثية وقد توجد ملتصقة بغشاء الشبكة الاندوبلازمية الخشنة (كما ذكر من قبل) فنقوم حينئذ بتخليق البروتينات اللازمة لسيتوبلازم الخلية خاصة تلك التي تدخل في تكوين وتعويض التالف من الاغشية الخلوية وأرضية السيتوبلازم وعضيات الخلية ولذلك فليس هناك خلية تخلو من قدر ما من الريبوسومات الحرة.



### • أجسام جولجي :

وتسمى باسم العالم جولجي الذي اكتشفها في اواخر القرن الماضي في الخلايا العصبية لطائر البوم واجسام جولجي عبارة عن مجموعة من الاغشية الخلوية التي تظهر بالمجهر الضوئي على شكل شبكة تتميز بأنها ترسب الفضة من أملاحها لتكون حبيبات داكنة تظهر في منطقة جولجي بالخلية وقد اتضح أن لأجسام جولجي علاقة وطيدة بعملية إفراز البروتينات ولذلك فهي توجد عادة جهة سطح الخلية التي يفرز منه البروتين اما اذا كان البروتين التي تصنعه الخلية يبقى بها فان اجسام جولجي تكون مبعثرة في السيتوبلازم ولذلك فان هذه الاجسام في الخلايا الفارزة تتخذ مكانا ثابتا بين النواة والسطح الخلوي المطل على تجويف الغدة بينما في الخلايا العصبية تكون اجسام جولجي منتشرة حول النواه.

## وظائف أجسام جولجي:

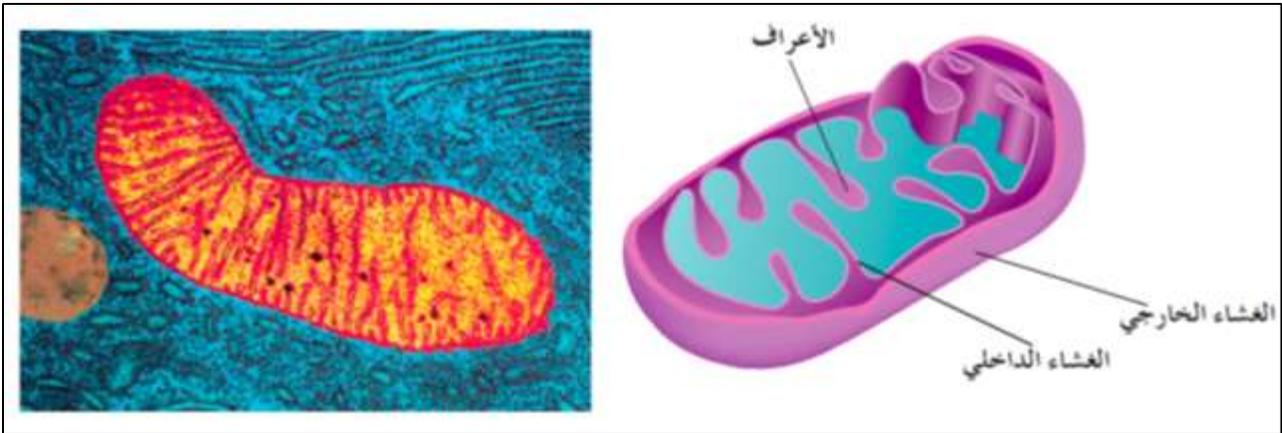
- ١ - تقوم بتجميع وتركيز البروتينات ثم تعبئتها في اغشية لتكون الحويصلات الافرازية
- ٢ - تقوم بإضافة جزيئات الكربوهيدرات الى البروتينات في الخلايا الفارزة للجليكوبروتينات (الخلايا المخاطية)
- ٣- تقوم بتعبئة الانزيمات المحللة داخل اغشية لتكون الليسوسومات.
- ٤- تصنيع مكونات الجدار الخلوي لذلك عدد أجسام جولجي في الخلايا النباتية أكثر منها في الحيوانية.

### • الليسوسومات Lysosomes او الاجسام المحللة :

هي تجاويف كروية يحاط كل منها بغشاء أملس وتحتوي على العديد من الانزيمات المحللة لتحليل معظم المواد العضوية. وتبقى انزيمات الليسوسوم غير نشطة طالما بقي غشاؤه سليما اما إذا التحم هذا الغشاء فان مع غشاء حويصلة الغذاء أو غشاء عضي هرم فإن الانزيمات تصبح نشطة وتبدأ في هضم وتحليل المواد التي تختلط بها.

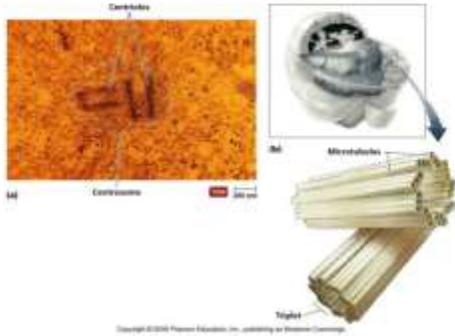
### • الميتوكوندريا Mitochondria: من العضيات الخلوية ذات الصلة بالطاقة:

تحتوي جميع الخلايا حقيقية النواة ومن ضمنها الطحالب والنباتات على الميتوكوندريا. وهي محاطة بغشاء مزدوج و Matrix، وتحتوي على حمض DNA ورايبوسومات وانزيمات تفكك نواتج الكربوهيدرات وتنتج طاقة لإنتاج ATP. ينطوي الغشاء الداخلي مكوناً الأعراف ، وتوفر الأعراف مساحة سطحية كبيرة لاحتواء مركبات البروتين وبقية المتفاعلات التي تساهم في إنتاج ATP.



### • الجسم المركزي : Centrosome

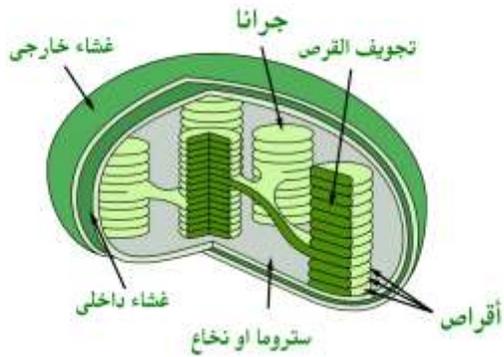
#### الجسم المركزي (السنتروسوم)



هي أسطوانة قصيرة توجد في الخلايا الحيوانية القادرة على الانقسام بالقرب من النواة (لا توجد في الخلايا العصبية). ويحتوي الجسم المركزي على جسمين دقيقين يعرفان بالسنتروليولين. وللجسم المركزي دور في انقسام الخلية.

### • البلاستيدات: Plastids

وهي اجسام بروتوبلازمية ذات وظيفة وشكل خاصين، وقد توجد في الخلية بلاستيدة واحدة، كما في طحلب اسبيروجيرا، او اكثر من بلاستيدة، كما في النباتات الراقية ، وتقسم البلاستيدات - حسب وجود الصبغة - الى ثلاثة انواع:



(١) بلاستيدات خضراء : Chloroplasts، وتوجد في الانسجة التمثيلية ، مثل النسيج

الوسطى للورقة ، وقشرة بعض سيقان النباتات العشبية .

(٢) بلاستيدات ملونة chromoplasts : عادة اللون الاصفر او البرتقالي ، وتوجد في

الثمار مثل : الطماطم والفلفل كما توجد في جذور الجزر وبتلات

الأزهار.

(٣) بلاستيدات عديمة اللون Leucoplasts : وهي كتل بروتوبلازمية صغيرة متفاوتة

وغير ثابتة الاشكال، وتتجمع عادة بالقرب من النواه ، وتوجد في الاجزاء

البعيدة عن الضوء كالنخاع واجزاء النبات الارضية .

• **InclusionsCytoplasmic مكونات السيتوبلازم غير الحية**

هي مكونات غير غشائية و عادة ما تكون غير دائمة تختلف بعض المكونات بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية .

ففي الخلايا الحيوانية يوجد منها على سبيل المثال لا الحصر :

١ - الغذاء المخزن.

أ - النشا الحيواني.

ب- الدهن.

٢ - المواد الصبغية.

أهم انواع الصبغات التي تكونها الخلايا الحيوانية:

١. الهيموجلوبين وتكونه خلايا الدم الحمراء أثناء نموها ووظيفته الاساسية نقل الغازات .

٢. الميلانين Melanin ويتكون في خلايا خاصة تسمى الخلايا الميلانينيةMelanocytes على

شكل حبيبات لا ترى الا بالمجهر الإلكتروني.

وأما الخلايا النباتية فتوجد هذه المواد في فراغ الخلية الميتة، أو في الفجوات العصارية ، او بروتوبلازم

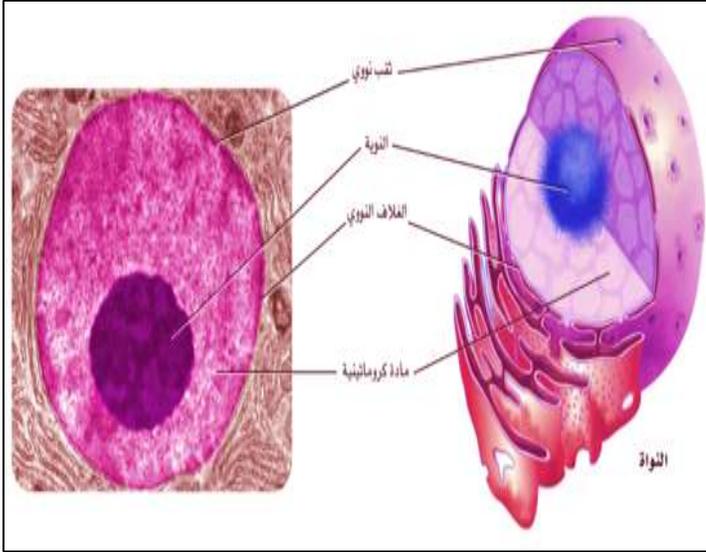
الخلايا الحية . ومن هذه المحتويات غير البروتوبلازمية في الخلايا النباتية :

(١) حبيبات النشا. starch grains.

(٢) حبيبات الاليرون. Aleurone grains

(٣) البلورات Crystals.

## • رابعاً: النواة NUCLEUS:



تحتوي الخلية عادة على نواه واحدة إلا أنه توجد بعض الخلايا ثنائية الأنوية كالكلى الكبدية ومتعددة الأنوية كخلايا العضلات الهيكلية وتصبح الخلية متعددة الأنوية حين تنقسم النواه عدة انقسامات دون ان ينقسم السيتوبلازم او عندما يتلاحم عدد من الخلايا ثم تتلاشى الاغشية الفاصلة بينها ليتكون مدمج خلوي او خلية متعددة الأنوية. وتوجد الأنوية في أوسع جزء من سيتوبلازم الخلية. ولكل نوع من الخلايا نسبة ثابتة بين حجم النواه وحجم السيتوبلازم.

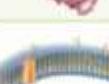
### تركيب النواة (مكونات النواة):

١. الغلاف النووي : Nuclear envelop يتكون من غشاءين يشبه كل منهما الغشاء الخلوي يفصلهما تجويف منتظم يبلغ اتساعه حوالي 15 نانومتر ويوجد على الغشاء الداخلي كمية من الكروماتين الكثيف تختلف في سمكها من نواه الى أخرى اما الغشاء الخارجي فتوجد على سطحه الخارجي ريبوسومات ويتصل في بعض الاحيان بالشبكة الاندوبلازمية مما يجعل البعض يميل الى اعتبار غلاف النواه ضمن الجهاز الفجوي السيتوبلازمي . ويوجد على غلاف النواه ثقب مستديره على كل منها حجاب رقيق يتحكم في المواد الخارجة والداخلة من والى النواه.

٢. الكروماتين Chromatin: وهو مادة الكروموسومات ويتكون من DNA الذي يحتوي على معلومات وراثية تحدد تركيب الخلية ووظائفها ويترتب DNA في هذه الكروموسومات مع البروتينات على شكل تركيب معقد يدعى كروماتين كما تعبأ الكروموسومات ببروتينات تدعى البروتين القاعدي الهستون Histone لإعطاء جسيمات نووية نيكليوسوم Nuclueosome تتكون من DNA ملتف حول الهستونات حيث تشبه هذه التراكيب حبات الخرز على خيط .

٣. النوية NUCLEOLUS: توجد نوية واحدة على الاقل في معظم أنوية الخلايا.

وبعد دراسة مكونات الخلية الحية يلخص الجدول التالي وظائف العضيات ووجودها أو عدمه في الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة :

نوع الخلية	الوظيفة	مثال	تركيب الخلية
الخلايا النباتية و خلايا الفطريات وبعض الخلايا البدائية النواة.	حاجز غير مرن يعطي الدعامة والحماية للخلية النباتية.		الجدار الخلوي
الخلايا الحيوانية ومعظم خلايا الأوليات.	عضيات تظهر على شكل أزواج تؤدي دورًا في انقسام الخلية.		الجسم المركزي
الخلايا النباتية فقط.	عضيات لها غشاء مزدوج وثايلوكويدات وتحوي الكلوروفيل، ويتم فيها عملية البناء الضوئي.		البلاستيدة
بعض الخلايا الحيوانية وبعض الخلايا الحقيقية النوى.	امتدادات من سطح الخلية تسهم في الحركة والتغذي، وسحب المواد نحو سطح الخلية.		الأهداب
جميع الخلايا الحقيقية النواة.	شبكة في الخلية توجد داخل السيتوبلازم.		الهيكل الخلوي
جميع الخلايا الحقيقية النواة.	غشاء كثير الطيات يساعد على بناء البروتين.		الشبكة الاندوبلازمية الخشنة
بعض الخلايا الحيوانية وبعض الخلايا النباتية والخلايا البدائية النواة.	امتدادات تسهم في الحركة والتغذي.		الأسواط
جميع الخلايا الحقيقية النواة.	أغشية أنبوبية متراسة ومسطحة تقوم بتغليف البروتين وتعديله لنقله خارج الخلية.		جهاز جولجي
الخلايا الحيوانية فقط.	حويصلة تحتوي على إنزيمات هاضمة تحلل المواد الخلوية الزائدة.		الليسوسومات
جميع الخلايا الحقيقية النواة.	عضية محاطة بغشاء يوفر الطاقة للخلية.		الميتوكوندريا
جميع الخلايا الحقيقية النواة.	مركز السيطرة في الخلية، وتحتوي على تعليمات مشفرة لإنتاج البروتينات وانقسام الخلية.		النواة
جميع الخلايا الحقيقية النواة وبعض الخلايا البدائية النواة.	حاجز مرن ينظم حركة المواد من الخلية إليها.		الغشاء الخلوي
جميع الخلايا.	عضيات تُعد موقعًا لبناء البروتينات.		الرايبوسومات
الخلايا النباتية تحوي فجوة كبيرة أما الخلايا الحيوانية فتحوي القليل من الفجوات الصغيرة الحجم.	حويصلة محاطة بغشاء لتخزين مؤقت للمواد.		الفجوات

## التنفس الخلوي

تستخدم معظم خلايا الكائنات الحية سكر الجلوكوز، الناتج النهائي لهضم الكربوهيدرات أكثر من استخدامها لأي مواد أخرى متوافرة بها لإنتاج الطاقة فيما يعرف بأبيض الكربوهيدرات. والطاقة المنطلقة من أكسدة جزيئات الجلوكوز يتم تخزينها في صورة روابط كيميائية عالية الطاقة بجزيئات مركب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) الذي عند تحلله ينطلق مقدار من الطاقة يقدر ما بين 7 - 12 سعرا حراريا / مول؛ وهذه الطاقة يتم توجيهها لدفع التفاعلات الكيميائية بخلايا الجسم. لذا فإن مركب ATP يعرف بعملة الطاقة بالخلية.

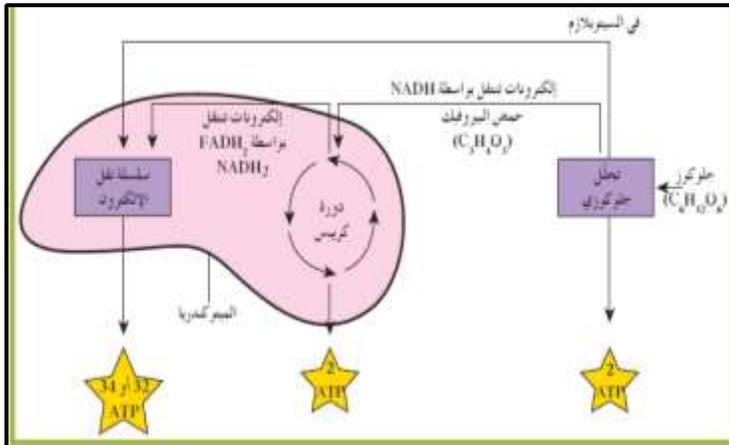
يتم أبيض (أو أكسدة) الجلوكوز في مرحلتين :

• **المرحلة الأولى:** انشطار الجلوكوز: ويتم بالجزء غير المتعضي من سيتوبلازم الخلية (السايتوسول).

• **المرحلة الثانية:** التنفس:

ويمكن تمييز نوعين من التنفس الخلوي حسب كمية الأكسجين المتوفرة للخلية:

١. **التنفس اللاهوائي:** ويحدث عندما تتوافر كمية غير كافية من الأكسجين للخلية لأداء انشطتها المختلفة؛ ويتم بسيتوبلازم الخلية، وكذلك يحدث في الكائنات الدقيقة غير هوائية



التنفس مثل الخميرة، كما أنه يعرف بالتخمير.

٢. **التنفس الهوائي:** ويحدث عندما تكون كمية

الأكسجين المتطلبة للخلية كافية،

حيث يحدث داخل الميتوكوندريا

ويتم في خطوتين:

أ - دورة كريبس: وتتم بحشوة الميتوكوندريا.

ب - نقل الإلكترونات: وتتم بأعراف غشاء

الميتوكوندريا الداخلي وكذا الحجرة الخارجية (الواقعة بين غشائي الميتوكوندريا).

**ملحوظة:** يوجد بالخلية مرافقان إنزيمان:



يعملان كحاملات للإلكترونات بارتباطهما بذرات الهيدروجين المنزوعة من الجلوكوز أثناء تفاعلات انشطار الجلوكوز وتفاعلات دروة كربيس ويتحولا إلى NADH و FADH2

على الترتيب، وهما يستخدمان لإنتاج ATP خلال سلسلة نقل الإلكترونات:

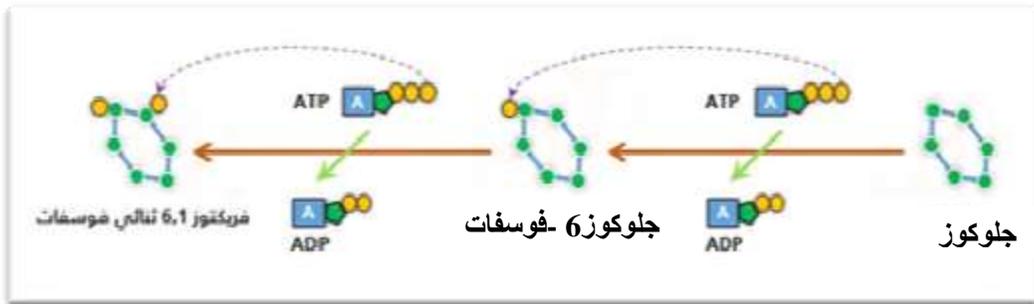


### أولاً: مرحلة انشطار الجلوكوز :

وتمر بالخطوات التالية :

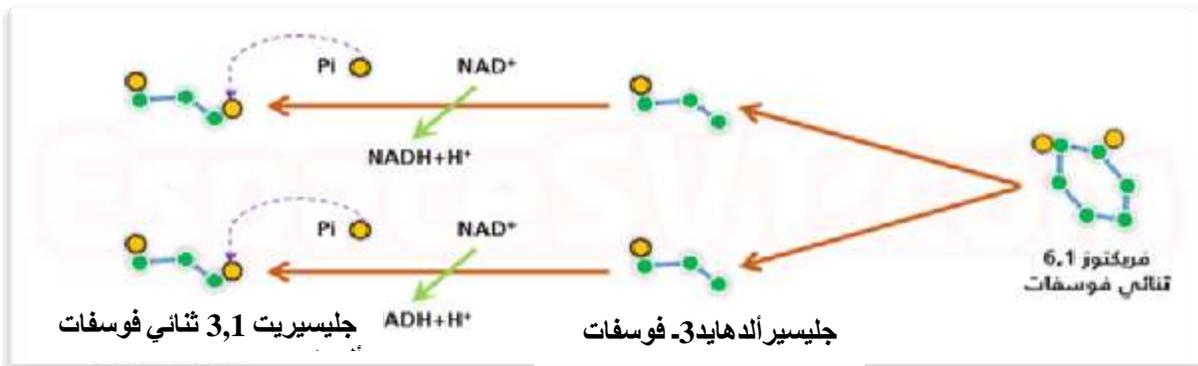
#### أ - مرحلة تنشيط الجلوكوز :

وفيها تستمد الطاقة من جزئين من مركب ATP بغرض تحويل الجلوكوز إلى مركب ذي طاقة أعلى هو فركتوز ١ ، ٦ - ثنائي الفوسفات الذي ما يلبث أن ينشطر إلى جزئين عاليي الطاقة ، يحتوي الواحد منهما على ٣ ذرات كربون من مركب جليسرالدهيد - ٣ - فوسفات.



#### ب - مرحلة توليد الطاقة :

وفيها يمر جزئياً مركب جليسرالدهيد ٣ - فوسفات بسلسلة من التفاعلات ينجم عنها تحويلها إلى جزئين من حمض البيروفيك بالإضافة إلى تكون ٤ جزئيات من ATP وجزئيان من مركب NADH . وبذلك فإن كمية الطاقة المتولدة عن انشطار جزئي الجلوكوز تتمثل في إنتاج جزئين من ATP وجزئين من NADH .



### ثانيا: التنفس اللاهوائي:

ويتم هذا النوع بغرض تحرير مركب  $NAD^+$  من صورته المختزلة (  $NADH$  ) ليتم استغلاله من جديد في عملية انشطار جزئيات جلوكوز أكثر  $Glycol\ sis$  مع توليد قدر ضئيل من الطاقة في صورة جزئيين من  $ATP$  حيث إنه في حالة غياب أو عدم توافر الكمية المطلوبة من الأوكسجين للخلية فإن حمض البيروفيك الناتج من انشطار الجلوكوز لا يسحب داخل الميتوكوندريا لتوليد كم كبير من الطاقة .

### والتنفس اللاهوائي نوعان :

#### الأول:

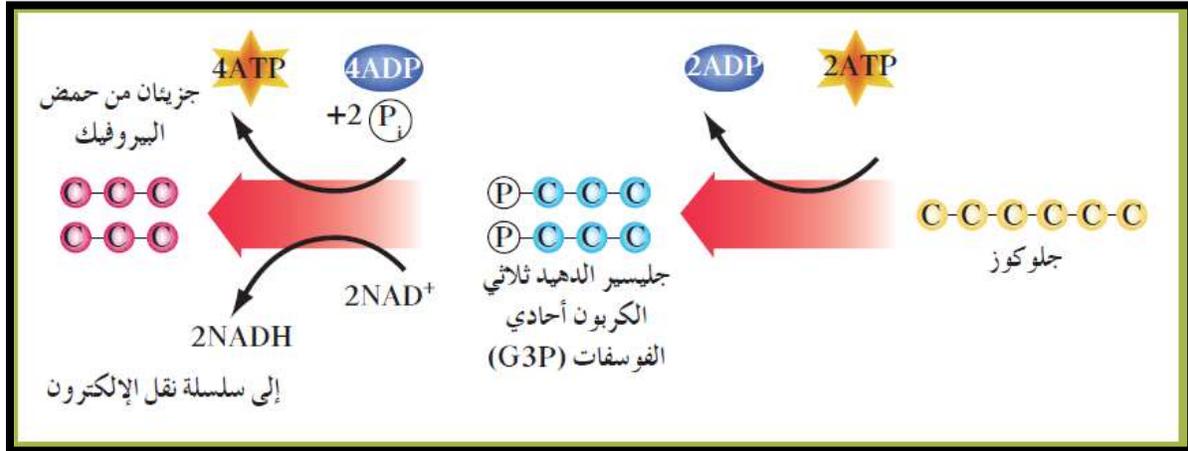
ويتم في الخلايا العضلية بأجسام الحيوانات حيث تتخمر جزئيات حمض البيروفيك إلى جزئيات من حمض اللاكتيك وذلك باستخدام الالكترونات وأيونات الهيدروجين الموجودة بمركب  $NADH$  .  
وحمض اللاكتيك الناتج من هذه العملية سام للخلايا ولذا يتم سحبه بواسطة تيار الدم إلى الكبد ليتم تحويله مرة أخرى إلى الجلوكوز أو يتم التخلص من الكمية الزائدة منه عن طريق الجهاز البولي .

#### الثاني:

وتقوم به الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في ظروف لا هوائية ( مثل الخميرة ) حيث يتحول حمض البيروفيك ( الناتج من انشطار الجلوكوز ) إلى كحول إيثلي وثاني اكسيد الكربون ( بدلا من حمض اللاكتيك في النوع الأول ) وذلك باستخدام الالكترونات وأيونات الهيدروجين الموجودة بمركب  $NADH$  ليتحرر  $NAD^+$  الذي يستعمل في عملية انشطار الجلوكوز لتوليد الطاقة.

### ثالثا: التنفس الهوائي :

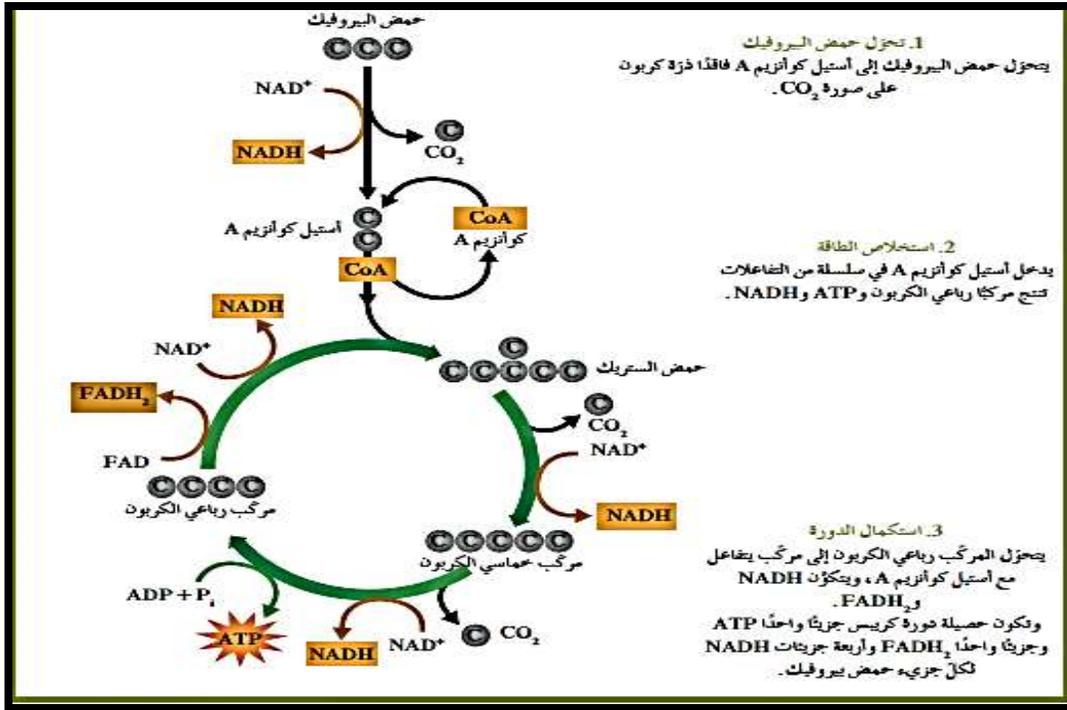
ويتم في وجود وفرة من الأوكسجين بالخلايا، ويبدأ بانتقال جزئي حمض البيروفيك (الناتجان من عملية انشطار الجلوكوز) إلى داخل حشوة الميتوكوندريا (عبر غشائي الميتوكوندريا ) حيث يمران بسلسلة من التفاعلات الكيميائية يتم بعضها في حشوة الميتوكوندريا( دورة كريبس ) وبعضها الآخر ( سلسلة نقل الالكترون ) يتم على أعراف الغشاء الداخلي للميتوكوندريا والحجرة الخارجية المحصورة بين غشائي الميتوكوندريا .



أ- التفاعلات التي تتم بحشوة الميتوكوندريا : وتتم على مرحلتين :

- المرحلة الأولى :تكون مركب اسيتل كوانزيم أ حيث ينشطر الجزئ الواحد من حمض البيروفيك إلى جزئ CO<sub>2</sub> ومجموعة استيل (2 ذرة كربون (ويصاحب ذلك باستقبال NAD<sup>+</sup> لإلكترونين عاليا الطاقة وأيون هيدروجين ليتكون NADH حيث تتحد مجموعة الاستيل مع كوانزيم أ ليتكون جزئ من مركب استيل كوانزيم A الذي لا يلبث أن يدخل المرحلة الثانية من هذه التفاعلات.

- المرحلة الثانية :دورة كريبس (أو دورة حمض الستريك (وتبدأ باتحاد مجموعة استيل بمركب استيل كوانزيم A مع جزء مع حمض أوكسالو استيك ليتكون حمض الستريك مع تحرر كوانزيم A ويتحول حمض الستريك خلال سلسلة من التفاعلات إلى حمض الأوكسالو استيك الذي يتحد ثانية مع استيل كوانزيم A ليبدأ الدورة من جديد .



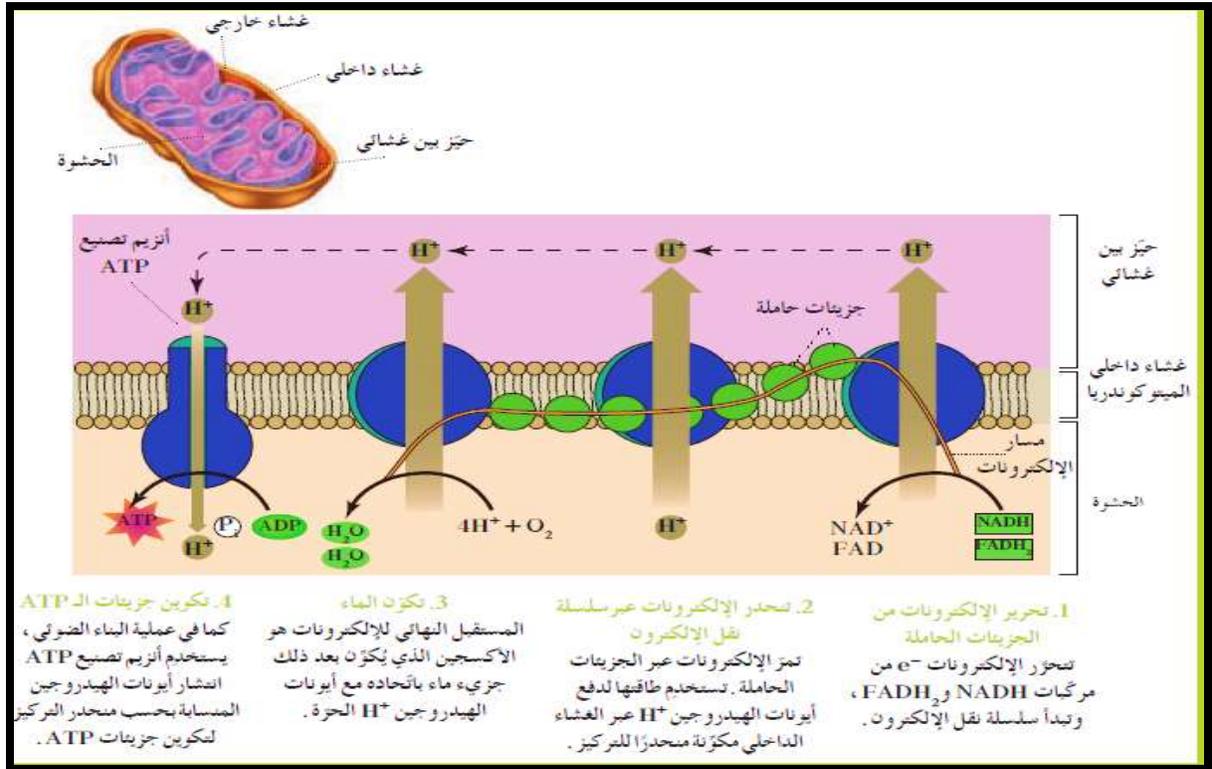
وينتج عن التفاعلات الكيميائية لدورة كريبس واحدة :- ٣ جزئيات  $NADH$  وجزء واحد  $FADH_2$  وجزئيان  $CO_2$  وجزء  $ATP$ . وبما أن كل جزئية جلوكوز ينشط إلى جزئين حمض بيروفك ينتج عنهما مجموعتان أستيل فإن الناتج الكلي من الطاقة لكل جزء جلوكوز خلال تفاعلات حشوة الميتوكوندريا هو ٢ جزئية  $ATP$ ، ثمانية جزئيات  $NADH$  (جزئيان اثناء تخليق مركب أستيل كوانزيم A + ست جزئيات من دورة كريبس) وجزئيان  $FADH_2$ .

#### ب - تفاعلات الغشاء الداخلي للميتوكوندريا : وتتم في الخطوات التالية :

- تنقل المركبات الحاملة للإلكترونات  $NADH$  ،  $FADH_2$  الكترولونات إلى سلسلة نقل الإلكترون الموجودة على أعراف الغشاء الداخلي للميتوكوندريا ، وتتمر هذه الإلكترونات من مركب لآخر في سلسلة نقل الإلكترونات .
- يستخدم جزء من طاقة هذه الإلكترونات في دفع أيونات الهيدروجين عبر الغشاء الداخلي إلى الحجرة الخارجية المحصورة بين غشائي الميتوكوندريا ، مما يؤدي لزيادة تركيزها بهذه الحجرة عن تركيزها بالحشوة (الحجرة الداخلية) (لذا يتولد تدرج في تركيز أيون الهيدروجين عبر الغشاء الداخلي .
- من المعتقد أن تدرج الهيدروجين يساهم في تخليق  $ATP$ ، حيث تتناسب أيونات الهيدروجين ( البروتونات  $H^+$  ) من الحجرة الخارجية للميتوكوندريا إلى الحشوة خلال قنليات بالغشاء الداخلي تحتوي على إنزيم الأدينوزين ثلاثي الفوسفات له القدرة على تخليق  $ATP$  من  $ADP$  والفوسفات غير العضوي (الموجودان بالحشوة) ، وتربط أيونات الهيدروجين مع هذا الإنزيم ومواده المتفاعلة مسببة

تخليق ATP وهذا ما يعرف بالفسفرة التأكسدية لأن تكوين الفوسفات عالي الطاقة يكون مصحوبا باستهلاك أكسجين .

- يتحد كل إلكترونين من هذه الإلكترونات العائدة مع أيوني هيدروجين وذرة أكسجين ليتكون الماء .
- ينساب ATP المتكون إلى خارج الميتوكوندريا عبر غشائها .

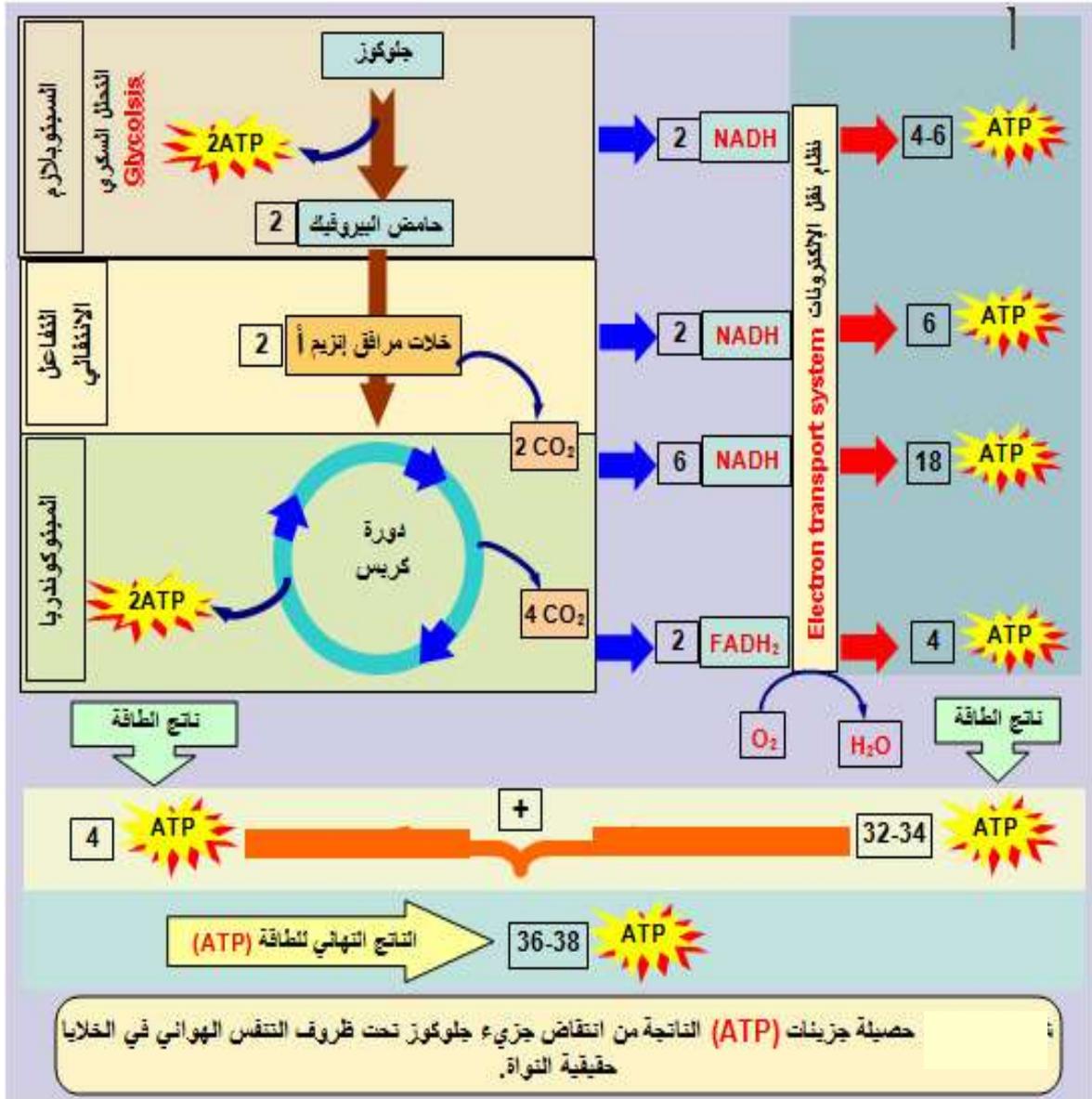


### ملخص عملية إنتاج ATP :

في عملية التنفس الهوائي : ينتج عن كل جزيء جلوكوز ٣٨ جزيئا ATP ( جزيان من انشطار الجلوكوز ، وجزيان من دورة كريبس ، ٣٤ جزيئا من ATP من جزيئات  $NADH$  و  $FADH_2$  حيث ينتج من كل جزيء  $NADH$  ثلاثة جزيئات ATP وينتج جزيان ATP من كل جزيء  $FADH_2$  خلال انتقال الكترونها بسلسلة نقل الإلكترون ) .

وقد ينتج عن عملية التنفس الهوائي ٣٦ جزيئا ATP فقط حيث لا يستطيع جزيئي  $NADH$  ( الناتجان عن انشطار الجلوكوز عبور الغشاء الداخلي للميتوكوندريا لذا فانهما يمنحان الكترونها لجزيء إحدى المواد الناقلة ليقوم بحمل هذه الالكترونات الى سلسلة نقل الالكترون ) وطبقا لنوع وطبيعة هذا الجزيء الناقل فإن كل جزيء  $NADH$  ناتج من مرحلة انشطار الجلوكوز قد ينتج عنه جزيان أو ثلاثة من ATP .

ففي خلايا العضلات الهيكلية وخلايا المخ ينتج من كل جزيء NADH جزئيان ATP مما يؤدي إلى أن يصبح الناتج الكلي من 36 جزئيا ، اما في خلايا الكبد والكلية والقلب تنتج ثلاث جزئيات ATP عن كل جزيء NADH وبذلك فإن الناتج الكلي من جزئيات ATP يساوي 38 جزئيا . وبالإضافة لا ATP ينتج خلال عملية التنفس الهوائي 6 جزئيات CO<sub>2</sub>.



### أيض الدهون :

تعتبر جزئيات الدهون الرئيسية لتخزين الطاقة في الجسم ففي الشخص الطبيعي السليم صحيا تعتبر الدهون مسئولة عن 99% تقريبا من الطاقة المخزنة بالجسم في حين أن الكربوهيدرات المخزنة في الجسم على صورة الجليكوجين تمثل 1% فقط من هذه الطاقة.

## أيض البروتينات:

تعتبر الأحماض الأمينية المنتج النهائي لهضم البروتينات في القناة الهضمية والأحماض الأمينية فور امتصاصها من الأمعاء يحملها تيار الدم لخلايا الجسم ( خصوصا الكبد ) التي تقنصها في الحال وتستخدمها لتخليق البروتينات التي يحتاجها الجسم أو تستخدمها كمصدر لإنتاج الطاقة وعلى العكس من الدهون والجليكوجين فإن الأحماض الامينية لا يمكن تخزينها في الجسم في صورة بروتينات ولذلك فإن استخدام الجسم لبروتيناته لإنتاج الطاقة يؤدي لفقد الجسم لبروتيناته.

## بناء البروتين في الخلية

١ - يؤدي تناول غذاء خاص إلى إنتاج نوع خاص من النمل ، فمعظم يرقات تتحول إلى عاملات مطيعات.

٢ - عند الخطر تكثر اليرقات التي تنمو لتصبح حشوداً ضخمة وشرسة.

٣ - تشير الأبحاث إلى أن النمل يغير طعامه أثناء شعوره بالتهديد مما يغير التوازن الهرموني ويؤثر في الجينات.

تعبير الجين:

ملاحظات هامة:

١ - يقوم البروتين بدور هام في العمليات الحيوية داخل الكائنات الحية من تنفس البكتيريا حتى طرفة عين الفيل.

٢ - تقوم الكائنات الحية بصناعة البروتينات التي تحتاج إليها من خلال عملية تصنيع البروتين يتم فيها ترجمة التركيب الجيني للكائن الحي ( تركيب الموروثات ) إلى تركيب ظاهري ( الصفات ).

الجينات: مقاطع ( أو أجزاء ) من حمض DNA مكونة من تتابعات من النيوكليوتيدات

( القواعد النيتروجينية ) ويشكل هذا التتابع شفرة تصنيع البروتينات في الخلية.

٣ - يتطلب تصنيع البروتين عمل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA مع حمض

نووي رايبوزي RNA.

٤ - يقوم mRNA وهو أحد أنواع RNA بنقل المعلومات الوراثية من حمض DNA في النواة إلى

الريبوسوم في السيتوبلازم لتصنيع البروتين.

٥ - يوجد الناقل tRNA وهو أحد أنواع RNA ويقوم بنقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى

الريبوسوم لترجمة شفرة mRNA.

٦ - يوجد الريبوسومي rRNA الذي يسهم في بناء الريبوسوم.

س: قارن بين DNA و RNA؟

RNA	DNA	وجه المقارنة
شريط مفرد	سلسلتين ( شريطين أو شريط مزدوج )	عدد السلاسل
سكر الريبوز	سكر الريبوز منقوص الأكسجين	نوع السكر
U	T	القاعدة المميزة

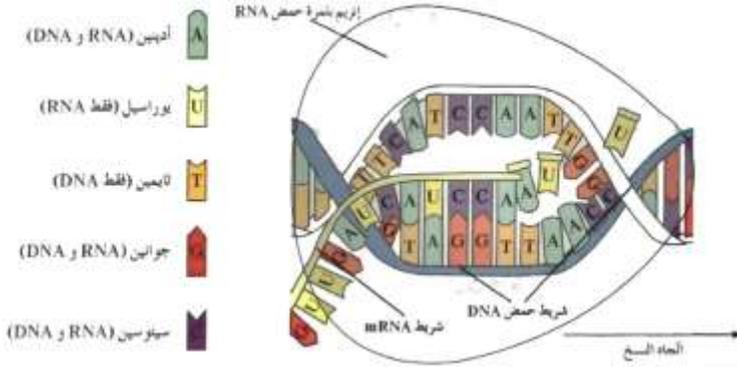
٧ - عملية بناء البروتين تتم على مرحلتين تسمى الأولى عملية النسخ والثانية عملية الترجمة.

النسخ: نسخ المعلومات الوراثية من أحد شريطي DNA على صورة شريط من mRNA.

الترجمة: العملية التي يتم عن طريقها تتحول لغة قواعد الأحماض النووية إلى لغة البروتينات ( الأحماض الأمينية )

## • عملية النسخ transcription

أشرح ( اذكر ) خطوات النسخ؟



- ١ - يلتحم إنزيم بلمرة حمض RNA مع أحد شريطي DNA مع أن ينفصل الشريطين عن بعضهما.
- ٢ - يقوم إنزيم بلمرة حمض RNA بإضافة نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة من شريط DNA حسب نظام

ازدواج القواعد لإنتاج شريط mRNA وتتم عملية النسخ في اتجاه واحد.

- ٣ - عملية نسخ mRNA في حقيقيات النواة تكون فيها النيوكليوتيدات المضافة موجودة داخل النواة ، بينما في أوليات النواة تكون فيها النيوكليوتيدات المضافة موجودة داخل السيتوبلازم.

وجه المقارنة	نسخ mRNA في حقيقيات النواة	نسخ mRNA في أوليات النواة
مكان وجود القواعد المكتملة	داخل النواة	داخل السيتوبلازم

٤ - تكون عملية النسخ مشابهة لعملية التضاعف عدا إضافة اليوراسيل ليرتبط مع الأدينين بدلاً من الثايمين.

٥ - بعد اكتمال عملية النسخ ينفصل شريط mRNA عن شريط DNA وينطلق حمض mRNA إلى السيتوبلازم.

٦ - شريطي حمض DNA يرتبطان مجدداً ليعيدا تكوين اللولب المزدوج الأساسي.

## تشذيب mRNA:

خطوة مهمة في تصنيع البروتينات في حقيقيات النواة يزال فيها الانترونات وترتبط الاكسونات مع بعضها في شريط mRNA.

## الانترونات:

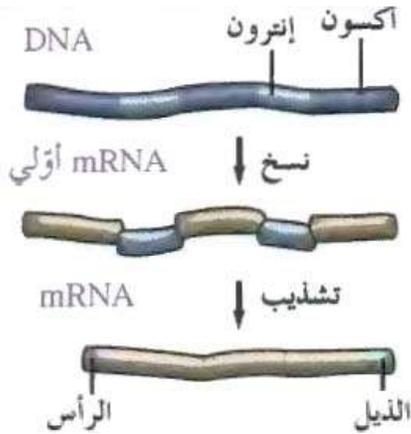
هي الأجزاء التي لا تشفر ( لا تترجم ) تكون في DNA وتنتقل إلى mRNA الأولي في حقيقيات النواة وتزال من mRNA بواسطة إنزيمات قبل خروجه من النواة لكي تترجم.

## الاكسونات:

هي الأجزاء التي تشفر (تترجم) تكون في DNA وتنتقل إلى mRNA وترتبط مع بعضها لتكون mRNA الذي يترجم بعد ذلك بعد إزالة الانترونات mRNA الأولي.

## كيف يتم تشذيب حمض mRNA ؟

- ١ - في الخلايا حقيقية النواة يمر mRNA في مرحلة إضافية قبل أن يخرج من النواة كي تتم له عملية الترجمة ولذلك يسمى mRNA الأولي وهذه العملية تسمى تشذيب حمض mRNA.
- ٢ - يحتوي mRNA الأولي على أجزاء لا تشفر ( لا تترجم ) إلى بروتينات تسمى الانترونات وعلى أجزاء تشفر (تترجم) إلى بروتينات تسمى الاكسونات وهي منسوخة من DNA.



- ٣ - قبل أن يغادر mRNA النواة تزيل الإنزيمات الانترونات وترتبط الاكسونات مع بعضها في عملية تسمى التشذيب وهي خطوة مهمة في حقيقيات النواة ليخرج بعدها mRNA نحو الرايبوسومات لتحديث له عملية الترجمة.

## معلومات مهمة:

- ١ - وحدات بناء البروتين تسمى الأحماض الأمينية وعددها ٢٠ نوع.
- ٢ - تختلف البروتينات فيما بينها في نوع وعدد وترتيب الأحماض الأمينية مما يعطي سلاسل كبيرة من البروتينات (عديدات الببتيد).
- علل .... ضخامة أعداد البروتينات.
- لاختلافها في نوع وعدد وترتيب الأحماض الأمينية المكونة لها.

٣ - الذي يحدد نوع وعدد وترتيب الأحماض الأمينية المشاركة في كل بروتين هي جزء من DNA (جين) بناء على شفرة يحملها من mRNA

٤ - كل شفرة (كودون) يحملها mRNA يدل على أن هذا المكان سوف يثبت فيه حمض أميني.

٥ - لغة الكودونات (الشفرة) مكونة من أربع قواعد نيتروجينية (أربع نيوكليوتيدات) هي A / U / G / C وتكون هي  $4^3 = 64$  - UCG / UCA / UGA

٦ - عدد الكودونات المعروفة  $4^3 = 64$  كودون منهم ٣ كودونات لا تشفر (لا تترجم) وهي كودونات النهاية UAA / UAG / UGA وكودون بداية يدل على حمض أميني واحد يسمى ميثيونين AUG .

### الكودون (الشفرة):

هو تتابع من ثلاث نيوكليوتيدات (قواعد) يوجد في mRNA ويقابله على tRNA مقابل الكودون.

٧ - الحمض الأميني الواحد قد يكون له أكثر من كودون ..... علل.

لأن عدد الكودونات ٦٤ كودون وعدد أو أنواع الأحماض الأمينية هي ٢٠ نوع وهذا يدل على أن

كل حمض أميني قد يكون له أكثر من كودون (أكثر من tRNA).

٨ - مركز بناء البروتين هو الرايبوسوم المكون من قطعتين قطعة كبيرة وقطعة صغيرة ويوجد عليه موقعان هما P / A وهي مواقع تواجد tRNA عند عملية الترجمة.

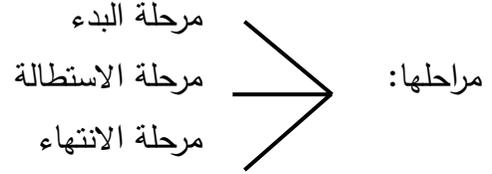
الكودون الخاص به	اسم الحمض
GGU	جليسين
CAC	هستيدين
UCG	سيرين
AUG	ميثيونين

ليوسين ←  
أرجينين ←  
له 6 شفرات

## • عملية الترجمة translation:

عملية تحويل لغة الأحماض النووية إلى لغة البروتينات ( الأحماض الأمينية ).

مكان حدوثها: على الرايبوسومات



البروتين المطلوب ومكون من عديدات الببتيد.

نواتجها:

### س: اذكر تركيب الرايبوسوم؟

- ١ - يتكون من منطقتين ( وحدتين ) وحدة كبيرة و وحدة صغيرة يرتبطان معاً فقط أثناء عملية الترجمة.
- ٢ - يوجد في الرايبوسوم موقعين للارتباط متجاورين هما P / A لهما دور أساسي في عملية الترجمة ، حيث يرتبط

بكل منهما tRNA عليه الحمض الأميني الخاص به.

علل ..... كثرة أعداد الرايبوسومات في الخلية الواحدة.

كي تتمكن الخلية من بناء آلاف البروتينات في وقت قصير.

### تصنيع البروتينات:

قبل حدوث الترجمة لابد من عملية نسخ mRNA من DNA في النواة ثم عملية تشذيب mRNA

لينطلق بعدها إلى الرايبوسوم ( السيتوبلازم ) لتبدأ عملية البناء ( الترجمة )



مرحلة البدء

مرحلة الاستطالة

مرحلة الانتهاء

مراحلها:

### أ - مرحلة البدء ← اذكر ما يحدث فيها؟

١ - تبدأ فيها عملية الترجمة حيث يرتبط mRNA بالوحدة

الصغرى من الرايبوسوم في السيتوبلازم ويكون الكودون

الأول عنده AUG ويدل على الميثيونين عند الموقع P.

٢ - يرتبط بكودون mRNA جزئاً أو حمض tRNA الذي يحمل في أحد طرفيه ( مقابل الكودون ) وفي

طرفه الثاني الحمض ( الأميني المشفر له ).

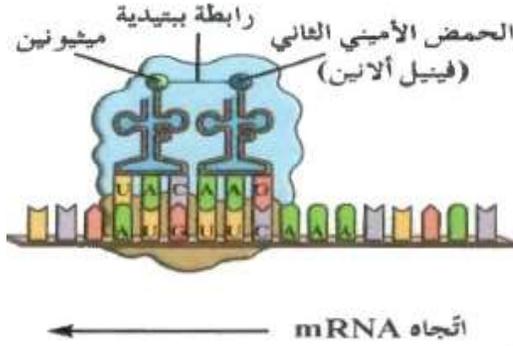
## مقابل الكودون:

مجموعة من ثلاث نيوكليوتيدات يحملها tRNA خلال عملية الترجمة وتكون متكاملة مع كودون mRNA.

٣ - مقابل الكودون الأول في بناء أي بروتين هو UAC .....  
علل.

لأن الكودون الأول لأي بروتين هو AUG ويدل على الميثيونين.

٤ - بعد ارتباط أول tRNA مع الكودون الخاص به على mRNA في الموقع P على الرايبوسوم ترتبط الوحدة الصغرى من الرايبوسوم مع الوحدة الكبرى ويسمى رايبوسوم مفعّل.



## الرايبوسوم مفعّل:

هو اسم يطلق على الرايبوسوم بعد ارتباط وحدته الصغرى مع الكبرى ، وأول tRNA في الموقع P عندها يكون الموقع A فارغ ( شاغر ).

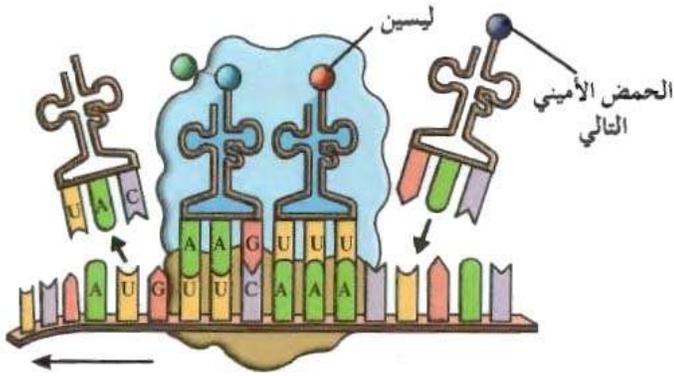
٥ - يصل جزئ tRNA حاملاً مقابل الكودون المتكامل مع الكودون الشاغر في الموقع A بحيث يصبح الموقعين A/P حاملين لحمضين أمينيين.

٦ - يقوم إنزيم معين بربط الحمضين الأمينيين برابطة مكونة أول حمضين أمينيين في سلسلة الببتيد.

## مقارنة بين الرابطة هيدروجينية والرابطة تساهمية والرابطة بيتيدية:

وجه المقارنة	رابطة هيدروجينية	رابطة تساهمية	رابطة بيتيدية
مكان وجودها	بين القواعد النيتروجينية المتكاملة A = T G ≡ C	بين السكر والفوسفات والسكر والقاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيد	بين الأحماض الأمينية عند تكوين البروتين

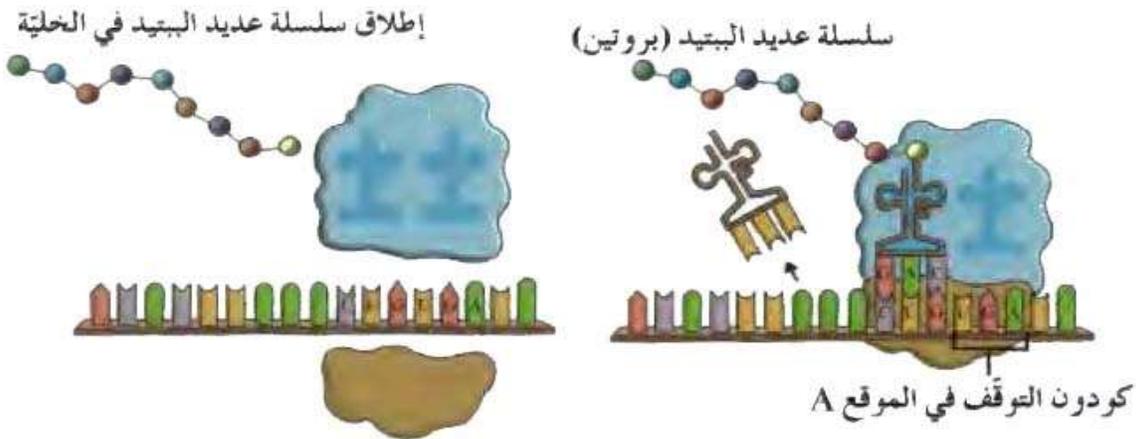
### ب - مرحلة الاستطالة: ← اذكر ما يحدث فيها؟



- 1 - بعد ربط الحمض الأميني الأول والثاني ينفصل جزء tRNA الموجود في الموقع P تاركاً الحمض الأميني خلفه ثم يندفع جزء tRNA الموجود في الموقع A إلى الموقع P شاغراً.
- 2 - يتحرك جزء tRNA و mRNA عبر الريبوسوم إلى الموقع P كوحدة واحدة ويظهر كودون جديد في الموقع A ويرتبط مع الموجود في الموقع P برابطة ببتيدية أخرى حتى تصل إلى نهاية mRNA.

### ج - مرحلة الانتهاء:

- 1 - تنتهي عملية الترجمة حين يصل كودون التوقف إلى الموقع A على الريبوسوم وهو كودون ليس له مقابل كودون ولا يشفر ( لا يترجم ) لأي حمض أميني مما يؤدي إلى انتهاء تصنيع البروتين.
- علل .... تنتهي عملية الترجمة ( انتهاء تصنيع أو بناء البروتين ) عند وصول كودون التوقف إلى الموقع A على الريبوسوم.
- لأن هذا الكودون ليس له كودون مقابل أي لا يشفر ( لا يترجم ) لأي حمض أميني.
- 2- يتفكك بعد ذلك الريبوسوم إلى وحدتيه الأساسيتين وينفصل عديد الببتيد ( البروتين ) ويطلق في الخلية.



## الانقسام الخلوي

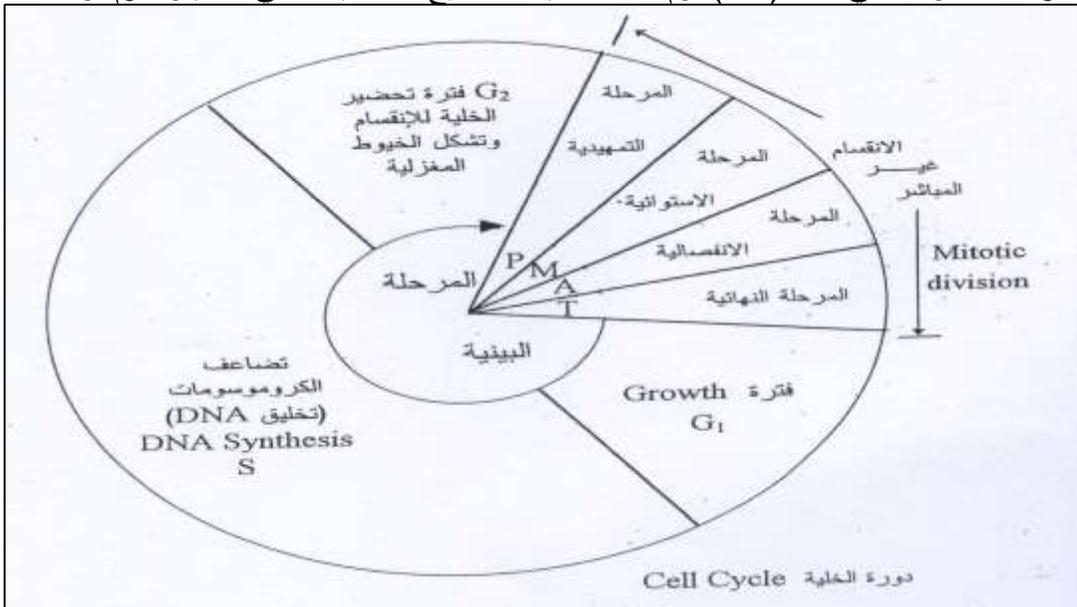
يوجد نوعان من الانقسام الخلوي ، الانقسام الميوزي الذي يحدث في الخلايا الجسمية للكائنات ، والانقسام الميوزي الذي يحدث في الخلايا التناسلية لإنتاج الجاميتات أو الأمشاج.

### تنقسم دورة الخلية إلى مرحلتين هما المرحلة البينية ومرحلة انقسام الخلية:

يمكن تقسيم الطور البيني interphase الى ثلاث مراحل:

- مرحلة النمو الأول (G1): فيه يزداد حجم الخلية، تكون المادة الوراثية (بروتين + DNA على شكل خيوط تسمى الشبكة الكروماتينية).
- مرحلة البناء والتصنيع (S): تتضاعف الخيوط الكروماتينية، يظهر كل خيط كروماتين مكون من كروماتيدين شقيقين "كروموسومين بنويين" ، يرتبطان مع بعضها بجزء يعرف بالسنترومير.

- مرحلة النمو الثاني (G2): تقوم بها الخلية بتصنيع العضيات في السيتوبلازم وخاصةً



## أولاً: الانقسام غير المباشر ( الميتوزي ) Mitotic Division

دورة الخلية: The Cell Cycle: وهي الفترة المحصورة بين بدء الخلية في الانقسام وبداية الانقسام التالي.

### مراحل و أطوار الإنقسام الميتوزي :

١. **الطور التمهيدي Prophase**: يزداد قصر وتغلط الكروموسومات فتزداد كثافتها وتصبح

أكثر وضوحاً ، وكل كروموسوم يكوّن كروماتيدين شقيقين

مرتبطين بالسنترومير.

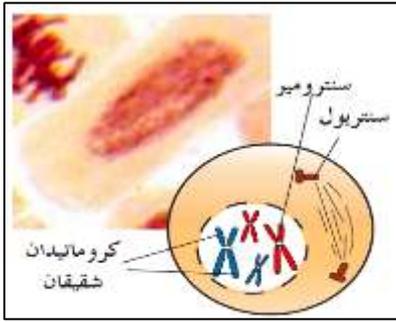
يتحرك كل سنتريولين باتجاه أحد قطبي الخلية " الحيوانية" ثم تمتد

بينهما مجموعة من الخيوط الدقيقة في شكل مغزلي تسمى خيوط

المغزل.

في نهاية هذا الطور تختفي النوية ويتخلل الغشاء النووي ،

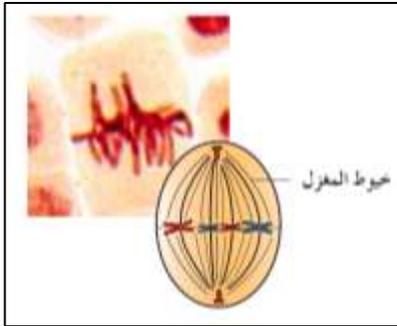
وتظهر الكروموسومات متصلة بخيوط المغزل.



٢. **الطور الاستوائي: Metaphase** في هذا الطور تتجمع

الكروموسومات في مركز الخلية ، ثم تصطف عند مستوى

استواء الخلية.

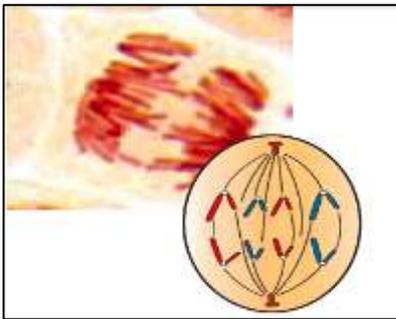


٣. **الطور الانفصالي Anaphase** :

ينقسم السنترومير الى سنتروميرين ، ثم تسحب خيوط المغزل مجموعة من الكروموسومات البنوية

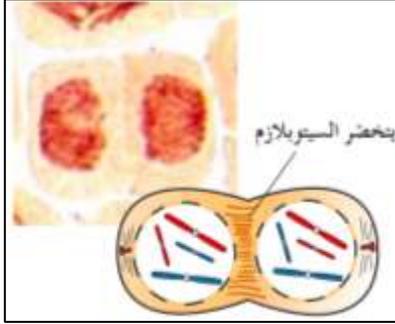
الى احد أقطاب الخلية في حين تتحرك المجموعة الأخرى باتجاه

القطب المقابل.



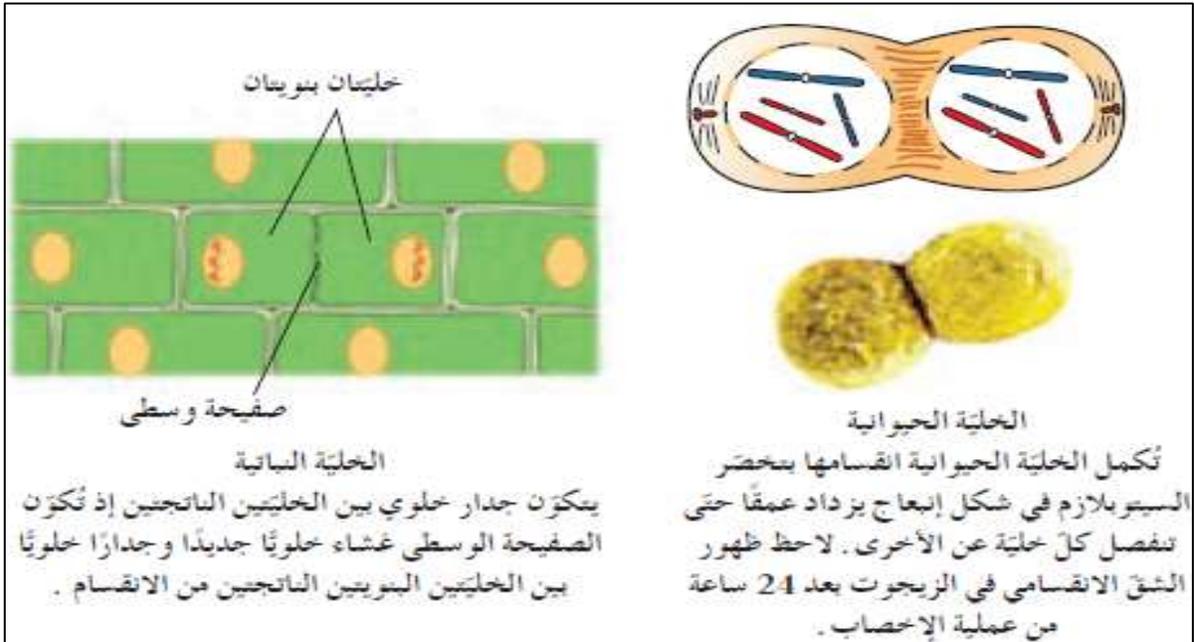
#### ٤. الطور النهائيTelphase:

تختفي خيوط المغزل ، وتتحول الكروموسومات الى خيوط رفيعة تتداخل في ما بينها وتلتف حول بعضها فتتكون الشبكة الكروماتينية ، ويتكون الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومات وتظهر النوية ، وبذلك تتكون نواتان في الخلية. " النواة البنوية".



يصاحب الطور النهائي عملية انشطار السيتوبلازم؛ حيث يبدأ انشطار السيتوبلازم:

- في الخلية الحيوانية:تختصر على السطح، ويزداد عمق هذا التخصر تدريجياً حتى تنفصل كل خلية بنوية عن الأخرى.
- في الخلية النباتية :ينشطر السيتوبلازم عن طريق تكون الصفيحة الوسطى، ويطرسب عليها السليلوز ليكون جدار الخلية، الذي يفصل بين الخليتين البنويتين.



## ثانياً: الانقسام المباشر ( الميوزي ) Meiosis Division

أهمية الانقسام الميوزي :

يحدث هذا الانقسام في المناسل " المبايض والخصي أو المتك " ، والهدف الأساسي منه التكاثر والمحافظة على العدد الكروموسومي للكائن الحي.

### مراحل وأطوار الانقسام الميوزي:

يشمل الانقسام الميوزي على انقسامين يتكون الواحد منهما من أربعة أطوار:

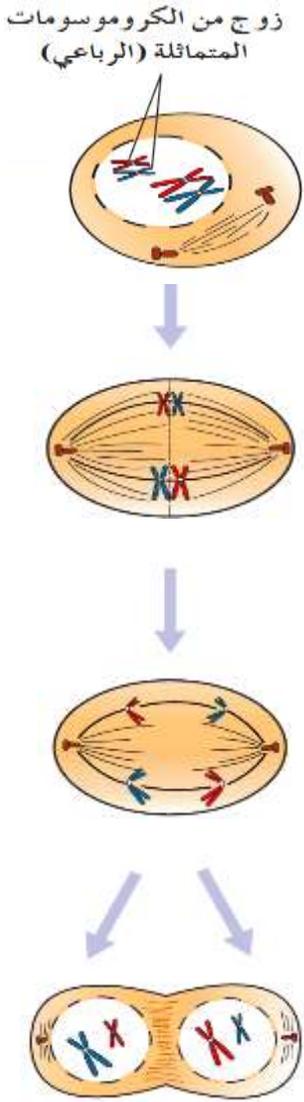
### الانقسام الميوزي الأول Meiosis I:

١. الطور التمهيدي الأول Prophase I: وهو أطول الأطوار وأكثرها أهمية حيث تزداد فيه كثافة الكروموسومات ثم تقترب الكروموسومات المتماثلة من بعضها لدرجة التلاصق ، ويظهر كل زوج منها مكوناً أربع كروماتيدات الرباعي "Tertrad".

٢. الطور الاستوائي الأول Metaphase I: تترتب أزواج الكروموسومات المضاعفة في وسط الخلية وعلى خط استوائها ، ويتصل كل منها بخيوط المغزل بواسطة السنتروميير .

٣. الطور الانفصالي الأول Anaphase I: تقصر خيوط المغزل فتتفصل الكروموسومات المتماثلة عن بعضها ، وتتحرك باتجاه احد قطبي الخلية ، لتصل بذلك مجموعة فردية من الكروموسومات "1n" الى كل قطب من قطبي الخلية.

٤. الطور النهائي الأول Telophase I: مع وصول كل مجموعة كروموسومية "1N" الى احد قطبي الخلية ، يتكون حولها غشاء نووي وتظهر بة نوية ' فتتكون بذلك نواتان بنويتان تضم كل واحدة منهما نصف العدد الكروموسومي الأصلي .



يلي ذلك طور بيني قصير لا يتم خلاله تضاعف الكروموسومات ، ثم يحدث الانقسام الميوزي الثاني:

الانقسام الميوزي الثاني Meiosis II: هو مماثل تماماً للانقسام الميوزي.

١. الطور التمهيدي الثاني Prophase II:

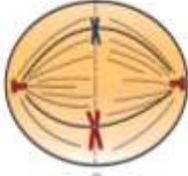
يختفي كل من غشاء

النواة والنوية ، وتزداد الكروموسومات

في التكاثر ، ويكون كل كروموسوم منها

مكوناً من كروماتيدين شقيقين يربطهما

سنترومير ، ثم يظهر المغزل والكروموسومات متعلقة بخيوطه.



٢. الطور الاستوائي الثاني Metaphase II: تصطف

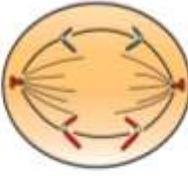
الكروموسومات على خط استواء الخلية.

٣. الطور الانفصالي الثاني Anaphase II:

تنقسم السنتروميرات ، وبذلك يفصل كروماتيدا

كل كروموسوم ، ثم تقصر خيوط المغزل ويتحرك كل كروموسوم بنوي

نحو أحد قطبي الخلية.



٤. الطور النهائي الثاني Telophase II:

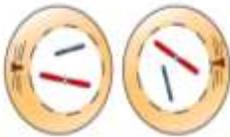
تحاط الكروموسومات عند كل قطب من قطبي الخلية بغشاء نووي

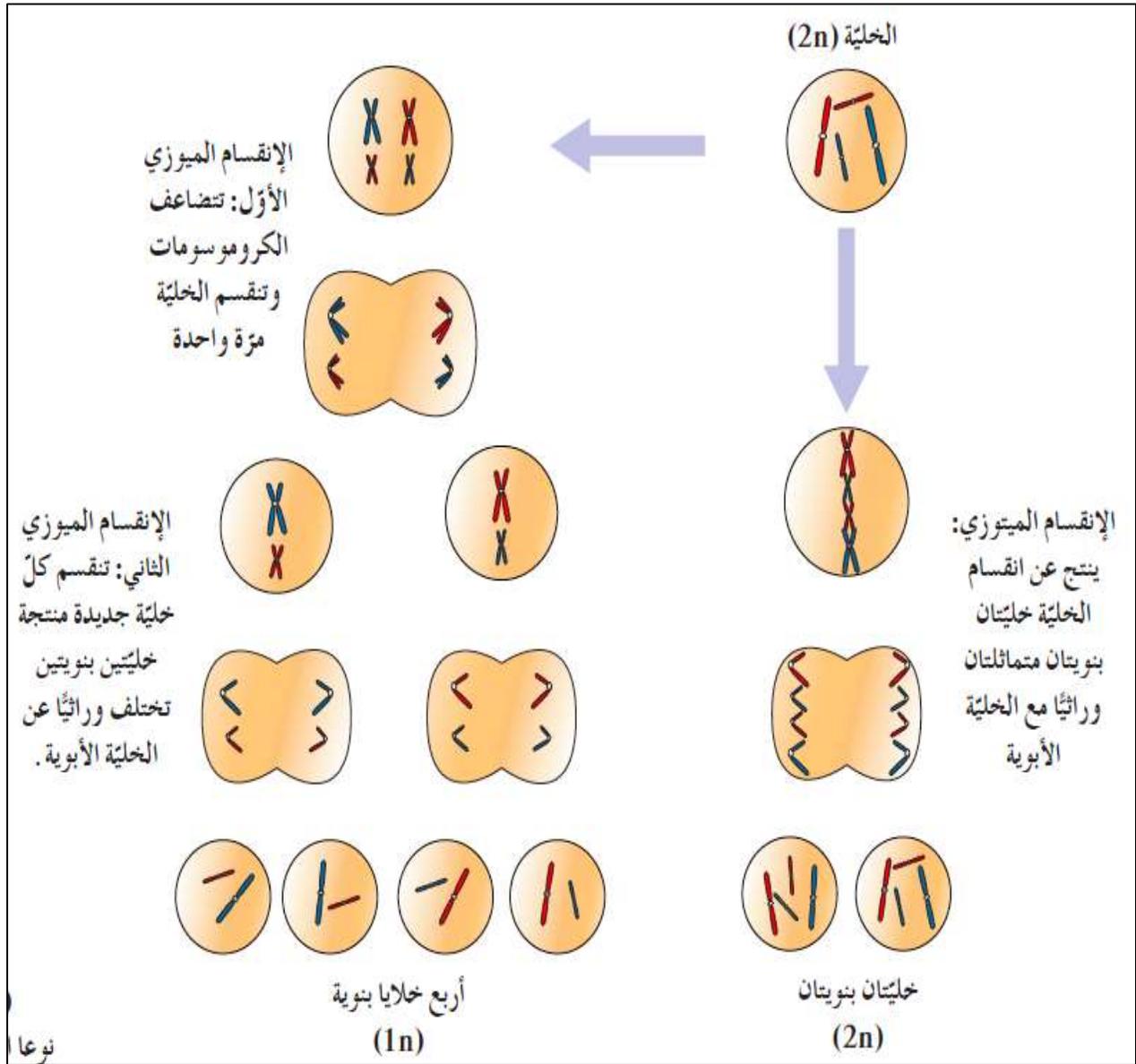
وتظهر النوية؛ وتتكون أنوية بنوية ، ويانشطار السيتوبلازم لتكون أربع

خلايا بنوية كل منهما مجموعة أحادية من الكروموسومات.

يلي الانقسام الميوزي الثاني تحول هذه الخلايا البنوية الناتجة الى أمشاج ذكورية

أو أمشاج أنثوية.





## المراجع:

- ١- مذكرة التوجيه الفني. ٢٠١٦ .
- ٢- بحث في بيولوجية الحياة والأنسان - سيلفيا.س. مايدر. الطبعة الاولى ٢٠١٠.
- ٣- البنيات والوظائف الجزيئية للخلايا. د شعاع اليوسف. ١٩٩٤
- ٤- أساسيات عامة في علم الفسيولوجيا . د رشدي فنوح عبدالفتاح.
- ٥- كتاب الصف العاشر لمادة الأحياء- الجزء الأول .

## علم تشريح النبات Plant anatomy

يعرف علم تشريح النبات العلم الذي يهتم بدراسة التركيب الداخلي للنبات plant، حيث يدرس الأعضاء المكونة لجسم النبات والأنسجة التي تكون هذه الأعضاء وكذلك نوع الخلايا وتكيفها للقيام بوظائفها المختلفة .

### كيفية تكوين جسم النبات؟

يبدأ تكوين جسم النبات من البيضة المخصبة zygote والتي تنتج من اتحاد كميئين احدهما الذكري والآخر الأنثوي ثم تعاني هذه الزيجوت من العديد من الانقسامات مصحوبة بعملتي التمييز differentiation والتخصص specialization للخلايا ومن ثم تكوين الجنين embryo والذي يعد بداية لظهور الطور البوغي sporophyte في النباتات، ثم تحدث بعد ذلك عملية الإنبات Germination وتكوين البادرة seedling وعند نمو البادرة يتكون النبات البالغ Adult plant .

يتكون النبات البالغ من أعضاء واضحة ومتميزة هي الجذور roots ، السيقان stems ، الأوراق leaves وأعضاء تكاثرية تتمثل بالأزهار Flowers في النباتات الزهرية Anthophyta والمخاريط cone في عاريات البذور Gymnosperm. تبدأ حياة النباتات الزهرية بالبذرة Seed وتحتوي البذرة على جنين embryo وغلاف بذرة seed coat وغذاء مخزون stored food، عادة يخزن الغذاء أما في الفلق Cotyledons أو السويداء endosperm .

بالنسبة للجنين فهو يتكون من محور صغير minute axis ذو نهايتين هما القمة النامية الجذرية root growing point والقمة النامية الخضرية shoot growing point وعلى جانبي المحور توجد فلتقتين cotyledons أو ما تسمى بالأوراق البذرية seed leaves . أن جزء المحور الذي يقع فوق الفلق يدعى السويق فوق الفلق epicotyle وينتهي بالرويشة plumule وعند نموها تعطي المجموع الخضري shoot system ، أما جزء المحور الذي يقع تحت الفلق فيدعى السويق تحت الفلقية hypocotyle وينتهي بالجذر radical والذي عند نموه يعطي المجموع الجذري الوتدي Tap root system .

### كيف ينمو جسم النبات؟

يمتاز جسم النبات بامتلاكه لأنسجة مولدة (مرستيمية) Meristematic tissues لها القدرة على الانقسام ونتيجة لنشاط هذه الخلايا المولدة تتكون الأنسجة المستديمة permanent tissues وتدعى الخلايا الناتجة من انقسام الخلايا المولدة بالمشتقات Derivatives والتي تعاني من عمليتي التمييز differentiation والتخصص specialization لتكون الأنسجة المستديمة.

يتكون جسم النبات البالغ من مجموعة من الوحدات البنائية والتي تدعى بالخلايا (single:cell) cells وتعرف الخلية أنها وحدة التركيب والوظيفية في جسم الكائن الحي، وتتماسك مجموعة من الخلايا مع بعضها لتكون ما يسمى بالنسيج ولذلك يمكن تعريف النسيج انه مجموعة من الخلايا المقترنة تركيبياً ووظيفياً وذات

موقع خاص ، وقد تكون متشابهة في صفاتها أو مختلفة واستناداً إلى تشابه واختلاف صفات خلايا النسيج تقسم الأنسجة إلى نوعين:

**الانسجة البسيطة simple tissues :** وهي الانسجة المكونة من مجموعة من الخلايا المتشابهة في صفاتها كنسيج البشرة والنسيج البرانشيمي والنسيج الكولنشيمي. (هل تعرف أنسجة بسيطة أخرى؟).  
**الانسجة المعقدة compound tissues :** وهي الانسجة المكونة من أكثر من نوع واحد من الخلايا المختلفة في صفاتها كنسجي الخشب واللحاء.

### أنواع النمو في جسم النبات نوعين هما :

#### ١ - النمو الابتدائي primary growth :

ويحدث في جسم النبات من وقت نشوء الجنين من المرستيمات القمية apical meristem أو البيئية أحياناً inter calary meristem ويدعى الجسم النبات المتكون في هذه الفترة بجسم النبات الابتدائي primary plant body أما الانسجة فتسمى بالانسجة الابتدائية Primary tissues . ويحدث في معظم ذوات الفلقة الواحدة والنباتات الحولية من ذوات الفلقتين والنباتات الوعائية الواطئة Vascular cryptogamous (ما هي الانسجة المرستيمية المسؤولة عن تكوين جسم النبات الابتدائي؟ حاول التعرف عليها).

#### ٢ - النمو الثانوي Secondary growth :

يحدث بفعل مرستيمات ثانوية (جانبية) هي الكمبيوم الوعائي Vascular cambium والكمبيوم الفليني Cork cambium ونتيجة لحدوث النمو الثانوي يتكون جسم النبات الثانوي Secondary plant body والانسجة المتكونة تدعى الانسجة الثانوية Secondary tissues . يحدث النمو الثانوي في معراة البذور ومعظم ذوات الفلقتين وبعض ذوات الفلقة الواحدة.

### مراحل إنبات البذرة :

تمرّ جميع الكائنات الحية بمراحل للنمو تبدأ بمرحلة بسيطة إلى أن يتطوّر هذا الكائن الحي إلى الشكل النهائي في المرحلة النهائية من النمو، والنباتات تمرّ أيضاً بمراحل أثناء نموها تبدأ من البذرة التي تنتج بعملية الإخصاب، ثم تقوم البذرة بتخزين المواد الغذائية حتى تصبح بذوراً كاملة، وتحتوي كل بذرة على جنين في داخلها وهو المسؤول عن نمو البذرة حيث يجب أن يبقى هذا الجنين بعيداً عن الحرارة و البرودة، ويوجد نوعان من البذور؛ وحيدة الأجنة التي تحتوي في داخلها جنيناً واحداً لينتج نبات واحد، وعدة أجنة لتنتج نباتات متعددة، ثم تستخدم البذور الكاملة في الزراعة لإنتاج النبات حسب نوع البذرة.



العوامل التي تساعد على إنبات البذرة قبل الدخول في مراحل إنبات البذرة :  
(١) الرطوبة (٢) الحرارة (٣) الأكسجين

### مراحل إنبات البذرة تتلخص فيما يلي:

#### • المرحلة الأولى:

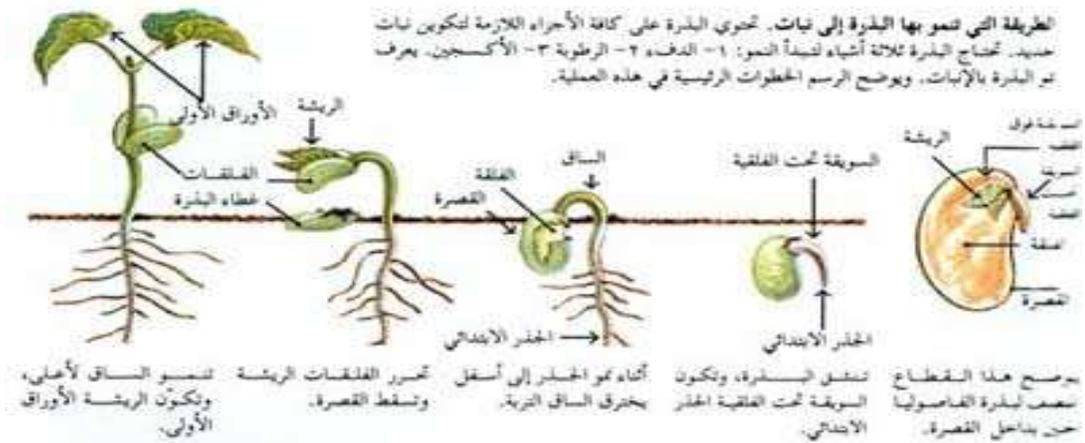
فيها تمتص البذرة الماء مما يزيد من رطوبتها ويبدأ حجمها بالتضاعف وهنا تبدأ الإنزيمات التي تُكوّن الجنين بالنشاط مما يعمل على تفتح البذرة وتبدأ الجذور بالظهور ويمكن هنا استخدام المواد الكيميائية لتسريع عملية ظهور الجذور.

#### • المرحلة الثانية:

وفي هذه المرحلة يتم تحليل المواد الغذائية المُخزنة في البذرة إلى مواد بسيطة وهذه المواد هي عبارة عن بروتينات وكربوهيدرات وغيرها.

#### • المرحلة الثالثة :

وهنا تبدأ النبتة في النمو والظهور فوق سطح الأرض فتظهر بعض الأوراق الصغيرة مع الساق مع نمو الجذور تحت الأرض بحيث يزداد حجمها.



## أنواع النباتات :



هناك نوعين من النباتات :

**إنبات هوائية:** وهو الشكل الذي تظهر فيه النباتات فوق سطح الأرض، وتظهر الأوراق والثمار فوق الأرض مثل نبات الكرز والتفاح والعديد من الأصناف التي تكون ثمارها على الشجرة.

( ظهور الفلقتين أعلى السويقة تحت الطلقة فوق سطح التربة )



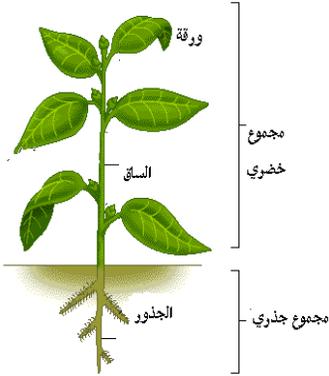
**إنبات أرضية:** وهو على عكس النباتات الأرضية، بحيث تبقى الثمار تحت الأرض وتظهر بعض الأوراق والسيقان الصغيرة فوق الأرض مثل البطاطس والجزر.

( بناء الفلقة تحت سطح التربة )

## التركيب التشريحي للنبات :

### ١. الجذور

جزء النبات الذي ينمو غالباً تحت سطح التربة ويقوم بال تثبيت والامتصاص والخرن أحيانا ، وينشأ أساسا من جذير الجنين radical وعندئذ أما أن يستمر بالنمو ليكون الجذر الابتدائي.

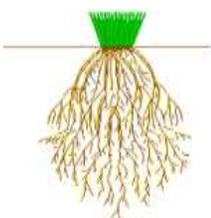


## انواع الجذور :

من كل  
الخبيزه،



**جذر وتدي:** جذر وتدي: جذر مركزي واحد تخين اكثر الجذور الجنبية الخارجه منه. يوجد جذر وتدي لدى الصغير، ابرة العجوز وفي نباتات اخرى.



**جذر ليفي:** تخرج من قاعدة الساق جذور عديدة ذات طول وسمك متشابهة. كما في الحنطة والبصل والشعير.

## وظيفة الجذر:

(١) تثبيت النبات في التربة

(٢) امتصاص الماء والأملاح من التربة

(٣) تخزين المواد الغذائية

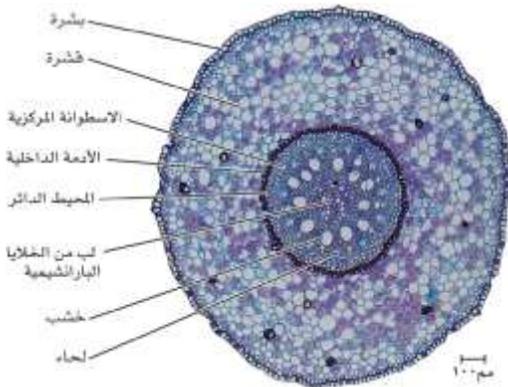
(٤) التكاثر كما في البطاطا الحلوة

## تركيب الجذر (البنية التشريحية للجذر):

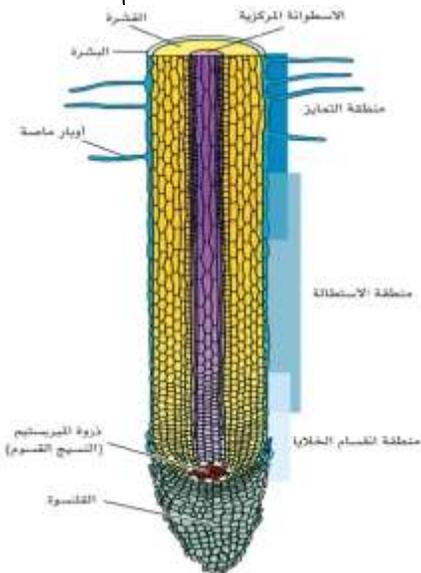
عند عمل مقاطعات عرضية في منطقة الشعيرات الجذرية بالجذر يلاحظ أن الجذر يتكون من أنسجة عديدة تظهر من المحيط إلى المركز كالتالي:

### أ - البشرة:

هي الطبقة الخارجية من الجذر وتتكون من صف واحد من الخلايا المترابطة الدقيقة الجدر الخالية من الكيوتين (القشيرة) غالباً. وفي منطقة الشعيرات تستطيل بعض الخلايا مكونة الشعيرات الجذرية ولهذا تعرف طبقة البشرة في هذه المنطقة بالطبقة الوبرية، وتقوم الشعيرات الجذرية بامتصاص الماء والأملاح من التربة.



### قطاع عرضي في الجذر



### ب - القشرة:

وهي منطقة واسعة من خلايا برانشيمية ذات جدر رقيقة ومسافات بينية واسعة وتقوم هذه المنطقة بثلاث وظائف هي تهوية الأنسجة الجذرية وتوصيل الماء والأملاح إلى أنسجة الخشب، وتخزين المواد الغذائية. وأخر طبقات القشرة للداخل تعرف بالأنوديرمس ويميز خلايا هذه الطبقة وجود ترسيب لمادة السوبرين يوزع على الخلية بشكل شريط يحيط بالجدر الشعاعية للخلية ويسمى بشريط كاسباري الذي يعمل كمادة لاصقة لخلايا الأنوديرمس ويمنع مرور الماء خلاله. ولذا فإن مرور الماء من القشرة إلى الإسطوانة الوعائية يتم خلال

خلايا خاصة في طبقة الإندوديرمس تعرف بخلايا المرور وهي خلايا رقيقة الجدر تخلو من مادة السوبرين وتكون هذه الخلايا مقابلة للخشب الأول .

### ج- الإسطوانة الوعائية :

تتكون من نسيج البريسيكل ونسيج الخشب ونسيج اللحاء ونسيج النخاع .

### البريسيكل :

يتكون عادة من صف واحد من خلايا برانشيمية رقيقة الجدر قد تستعيد قدرتها على الإنقسام ومن هذه الطبقة تنشأ الجذور الجانبية .

### د – الحزم الوعائية :

تتكون الحزم الوعائية من أذرع من الخشب الإبتدائي تتبادل مع كتل من نسيج اللحاء الإبتدائي على أنصاف أقطار متبادلة ( حزم قطرية ) ويفصل بين الخشب واللحاء مجموعة من خلايا مرستيمية غير متشكلة تقوم بوظيفة الكامبيوم الوعائي في جذور النباتات التي تتغلظ ثانوياً ( غالباً نباتات ذوات الفلقتين ) وتصبح خلايا برانشيمية بالغة أو اسكلرنشيمية في الجذور التي لا تتغلظ ثانوياً ( نبات ذوات فلقة واحدة ) .

ويتكون ذراع الخشب من خشب أول للخارج وخشب تالي للداخل وأوعية الخشب الأول ضيقة ذات تغلظ حلقي أو حلزوني وأحياناً سلمي ، أما الخشب التالي فأوعية واسعة وتغليظها يكون شبكياً أو منقراً .

وعدد أذرع الخشب يتراوح عادة بين ٢ – ٨ في جذور ذات الفلقتين بينما يزيد على ذلك في جذور نباتات ذات الفلقة الواحدة .

ويتكون اللحاء الإبتدائي أيضاً من لحاء أول للخارج ولحاء تالي للداخل وتكون الأنابيب الغربالية للحاء الأول أضيق من الأنابيب الغربالية للحاء التالي .

### هـ – النخاع :

يتكون النخاع من خلايا برانشيمية تشغل مركز القطاع تظهر عادة في جذور نباتات الفلقة الواحدة لتباعد أذرع الخشب ، بينما يلتقي الخشب التالي لجميع الحزم ويلتحم في مركز الجذر فلا يترك مكاناً للنخاع في جذور ذات الفلقتين .

## مقارنة بين جذر فلقتين وجذر فلقة واحدة :

### جذر ذات فلقتين :

- ١ - القشرة عريضة
- ٢ - الحزم الوعائية محدودة العدد من ( ٢-٨ )
- ٣ - عدد الأوعية الخشبية في الحزمة الوعائية كبير
- ٤ - النخاع ضيق وقد يكون غير موجود

### جذر فلقة واحدة :

- ١ - القشرة ضيقة
- ٢ - الحزم الوعائية عديدة ( أكثر من ٨ )
- ٣ - عدد الأوعية الخشبية في الحزم الوعائية قليل
- ٤ - النخاع متسع

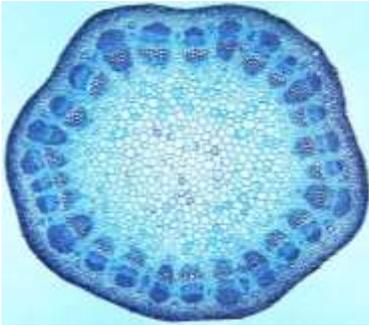
## ٢. الساق :

### أولاً : ساق نبات ذوات الفلقتين :

لدى فحص قطاع في ساق حديث من نباتات ذوات الفلقتين نجد أنه يتكون من الأنسجة التالية من المحيط إلى المركز :

#### أ - البشرة :

تتكون من طبقة واحدة من الخلايا المتراسة تتغذى بالكيوتين ( القشيرة ) وتوجد بين خلايا البشرة ثغور أقل عدداً مما هو عليه في الأوراق ، قد تمتد من خلايا البشرة زوائد وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا .



#### ب - القشرة :

مجموعة من الطبقات تلي البشرة إلى الداخل وتغلف الإسطوانة الوعائية ، وهي تتكون من خلايا برانشيمية يوجد بها بلاستيدات خضراء ، كما يوجد خلايا كولنشيمية والطبقة الأخيرة من القشرة تسمى بالغلاف النشوي لاحتواء خلاياها على نشاء مدخر يظهر بلون أزرق عند صبغ القطاع بمحلول اليود . وفي كثير من الأحيان نلاحظ وجود أنسجة إفرازية داخلية كالفنوتات الراتنجية واللبنية متخلله نسيج القشرة .

### ج- البريسكيل:

وهي تكون أما منطقة متصلة من الخلايا الأسكلرنشيمية فوق الإسطوانة الوعائية أو توجد في مجموعات فوق الحزم مباشرة وتغلف اللحاء .

### د – الحزم الوعائية :

الحزم من النوع الجانبي المفتوح فهي جانبية لأن الخشب واللحاء على نصف قطر واحد ، وهي مفتوحة لأن الكامبيوم الوعائي الحزمي يوجد بين الخشب واللحاء ويكون اللحاء دائماً للخارج والخشب للداخل . والخشب التالي ذو الأوعية الواسعة للخارج جهة الكامبيوم والخشب الأول ذو الأوعية الضيقة للداخل الجهة النخاع . ويتكون الكامبيوم الوعائي من صف من الخلايا المرستيمية تنقسم معطية خشب للداخل ولحاء نحو المحيط .

### هـ - النخاع والأشعة النخاعية :

يكون النخاع الجزء المركزي من الساق ، كما تتصل القشرة بالنخاع بواسطة أشعة نخاعية. وهي تتكون من خلايا برانشيمية . وفي بعض سيقان النباتات العشبية مثل الفول والبرسيم يوجد تجويف وسطي في موضع النخاع نتيجة تمزق وتحلل النخاع أثناء النمو .

### ثانياً: ساق نبات ذو فلقة واحدة :

لدى فحص قطاع عرضي من ساق حديث لنبات من ذوات الفلقة الواحدة نجد أنه يتكون من الأنسجة التالية :

#### ١ – البشرة :

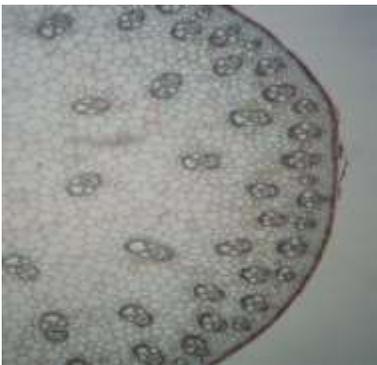
و تتكون من صف واحد من الخلايا المتراسة التي يعلوها طبقة من الكيوتين و تتخللها الثغور ، و قد تحتوي على زوائد بشرة .

#### ٢ – النسيج الأساسي :

يلي البشرة و يملأ القطاع و يتكون من خلايا برانشيمية و تتبعثر فيه الحزم الوعائية و قد تكون الطبقات الخارجية من النسيج الأساسي خلايا اسكلرنشيمية كما في كثير من النباتات النجيلية .

#### ٣ – الحزم الوعائية :

و هي عديدة مبعثرة في النسيج الأساسي و هي عادة حزم جانبية مغلقة أي أن اللحاء و الخشب على نصف قطر واحد و لا تحتوي على نسيج كامبيوم وعائي بين الخشب و اللحاء . و يتكون الخشب من عدد محدود من أوعية الخشب مرتبة على شكل حرف Y أو حرف V و الخشب التالي للخارج و الأول للداخل . و قد تتمزق بعض أوعية الخشب الأول مكونة فجوة تعرف بتجويف الخشب . و عادة تغلف الحزم بطبقة أو أكثر من الألياف تعرف بغمد الحزمة .



### مقارنة بين ساق نبات ذوات الفلقتين و ساق نبات ذوات الفلقة واحدة

#### ساق نبات ذوات الفلقتين :

- ١ - النسيج الأساسي يتميز إلى قشرة و نخاع و أشعة نخاعية.
- ٢ - الحزم الوعائية مرتبة في دائرة أو دائرتين.
- ٣ - الحزم الوعائية جانبية مفتوحة .
- ٤ - اللحاء يحتوي على برانشيمية لحاء.
- ٥ - أوعية الخشب في صفوف قطرية مستقيمة.
- ٦ - يحتوي على الكامبيوم الوعائي.

#### ساق نبات ذوات الفلقة واحدة :

- ١- النسيج الأساسي لا يتميز إلى قشرة و نخاع و أشعة نخاعية .
- ٢- الحزم مبعثرة في النسيج الأساسي.
- ٣- الحزم الوعائية جانبية مغلقة .
- ٤- لا يوجد غلاف نشوي.
- ٥- اللحاء لا يحتوي على برانشيمية لحاء أو يحتوي على قليل منها.
- ٦- أوعية الخشب على شكل حرف أ و ٧.
- ٧- لا يحتوي على الكامبيوم الوعائي.

### **٣. الورقة ( البنية التشريحية للورقة ) :**

#### **أولا : ورقة نبات ذوات الفلقتين :**

بالفحص التشريحي لنصل ورقة نبات ذو فلقتين يلاحظ أنها تتكون من النسيج التالية وذلك من الأعلى إلى الأسفل :



### ١ - البشرة العليا :

صف واحد من الخلايا المتراسة خالية من الكلوروفيل فيما عدا الخلايا الحارسة المحيطة بفتحات الثغور التي تحتوي على الكلوروفيل و تغطي الجدر الخارجية لخلايا البشرة طبقة الكيوتين .

### ٢ - النسيج الوسطى :

و هو من الأنسجة الموجودة بين البشرة العليا و السفلى باستثناء الحزم الوعائية و يمثل النسيج الوسطى للورقة و يتميز إلى :

#### أ - نسيج عمادي :

و يوجد تحت البشرة العليا مباشرة و يتكون من صف أو أكثر من خلايا برانشيمية أسطوانية متعامدة على خلايا البشرة و غنية بالبلاستيدات الخضراء .

#### ب- نسيج إسفنجي :

يوجد أسفل النسيج العمادي جهة البشرة السفلى و تكون من عدة طبقات و خلاياها غير منتظمة الشكل تفصلها مسافات بينية واسعة و تحتوي على بلاستيدات خضراء و لكن بنسبة أقل منها في خلايا النسيج العمادي .

### ٣ - الحزم الوعائية :

توجد الأنسجة الوعائية في نصل الورقة في نظام متشابك مكونة عروق الورقة . تقع الحزم الوعائية الرئيسية في العروق الوسطى و تتكون من خشب و لحاء و لا توجد كامبيوم عادة . و يوجد الخشب جهة البشرة العليا و يتكون من أوعية خشبية مرتبة في صفوف و قصيبات و ألياف برانشيمية خشب و يكون الخشب الأول إلى الأعلى و الخشب التالي إلى الأسفل و يوجد اللحاء جهة البشرة السفلى و يتكون من أنابيب غربالية و خلايا مرافقة و برانشيمية لحاء ، و الحزم الوعائية الفرعية أبسط تركيبا من الحزمة الرئيسية .

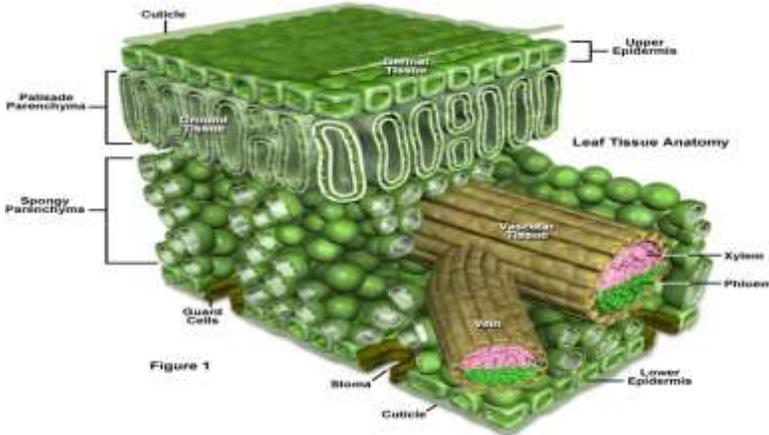
و تحاط الحزم عادة بطبقة أو أكثر من خلايا برانشيمية أو كلورانشيمية متراسة بجانب بعضها مكونة غلاف الحزمة . كما يلاحظ وجود خلايا كولنشيمية أعلى و أسفل العرق الوسطى تعمل كنسيج وعائي في الورقة .

### ٤ - البشرة السفلى :

تشبه خلايا البشرة العليا إلا أن جدر خلايا البشرة السفلى أقل سماكة و تحتوي عادة على ثغور بعدد أكبر من عددها في البشرة العليا .

## ثانيا: ورقة نبات من ذوات الفلقة واحدة :

بالفحص المجهرى لنصل ورقة نبات ذو فلقة واحدة نجد انها تتكون من ما يلي :



### ١ - البشرة العليا :

تتكون من طبقة من الخلايا المتراسة تتغطي بالكيوتين و يوجد فيها ثغور و كثيرا ما يتميز بالبشرة خلايا المتراسة تتغطي خلايا كبيرة الحجم رقيقة الجدر تنثني عندها الورقة و تعرف بالخلايا الحركية أو اللافة .

### ٢ - النسيج الأساسي :

و يتكون من خلايا كلورانشيمية تقوم بعملية التمثيل الضوئي و لا يتميز هذا النسيج في معظم نباتات ذات الفلقة الواحدة إلى نسيج عمادي و آخر اسفنجي .

### ٣ - الحزم الوعائية :

وجد الأنسجة الوعائية في نظام متوازي عادة لأن تعرق الأوراق متوازي في ذوات الفلقة الواحدة . و بذلك تظهر في القطاع العرضي الحزم الكبيرة في الوسط و الصغيرة عند الحافة . و الحزم جانبية مغلقة يوجد الخشب بها من جهة البشرة العليا مكونا حرف ٧ أ و ٧ و يوجد اللحاء من جهة البشرة السفلى و يلاحظ وجود خلايا اسكلرنشيمية تحت البشرة مباشرة خاصة حول الحزم الرئيسية تعمل كنسيج دعامي للورقة .

### ٤ - البشرة السفلى :

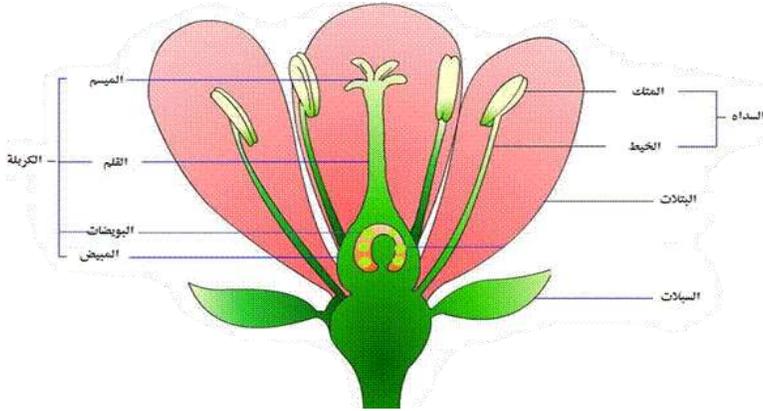
تشبه البشرة العليا .

## ٤- الزهرة ( البنية التشريحية للزهرة ) :

هي عضو التكاثر في النبات ولها تركيبات مختلفة بحسب نوع الزهرة وموضعها التصنيفي. تعتبر الزهرة العضو المسؤول عن عملية التكاثر في النباتات المزهرة أو التي يطلق عليها أيضا كاسيات البذور وتتمثل الوظيفة البيولوجية للزهرة في أنها تعمل على دمج حبوب اللقاح المذكرة مع البويضة المؤنثة من أجل إنتاج البذور. وتبدأ هذه العملية بواسطة التلقيح الذي يعقبه الإخصاب، حيث يؤدي في النهاية إلى تكون البذور وانتشارها.

## تركيب الزهرة:

قاعدة الزهرة هي الغصن نفسه، اما الاجزاء الاخرى فهي تشبه الورقة في مبناها النسيجي .



## اوراق الكأس ( السبلات ) :

تشبه اوراق الكأس في لونها الأوراق العادية للنباتة. وتستعمل لحماية البراعم الزهرية في بداية تطورها او في نهاية ازهارها ( في بداية تتطور الثمرة ).

## اوراق التويج ( البتلات ) :

تحمي اوراق التويج الاقسام الداخلية للزهرة وهي ما زالت معلقة ، عندما تنفتح الزهرة يظهر اللون الجميل لأوراق التويج ، فتكون هذه الاوراق عطرية وذات شكل جذاب.

## السداة :

هي العضو الذكري وتتألف من قاعدة دقيقة تدعى الخيط الذي ينتهي في طرفه العلوي بجزء شبيهه بالعلبة ويدعى المتك

## المتاع :

هو العضو الانثوي في الزهرة ويتألف من ثلاثة اجزاء :

## المبيض :

وهو الجزء السفلي المنتفخ وفيه تتكون البويضات التي توجد فيها الجامينات الانثوية.

## القلم :

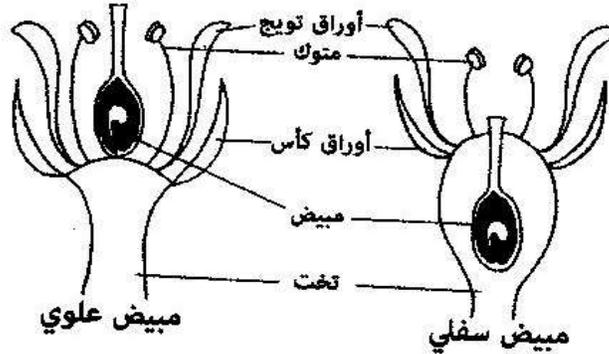
وهو عمود يمتد من المبيض وينتهي طرفه العلوي بجزء مسطح يدعى الميسم.

## الميسم :

غالبا يكون خشنا ولزجا لكي تلتصق به حبيبات اللقاح .

### ملاحظة :

إذا كانت أوراق الكأس والتويج مرتبطة بتخت الزهرة في منطقة تقع تحت المبيض فعندها يدعى المبيض علوي ، أما إذا كانت مرتبطة في منطقة تقع فوق المبيض فعندها يدعى المبيض سفلي .

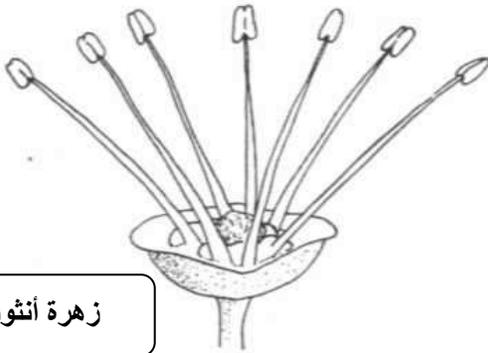


### أنواع الزهور:

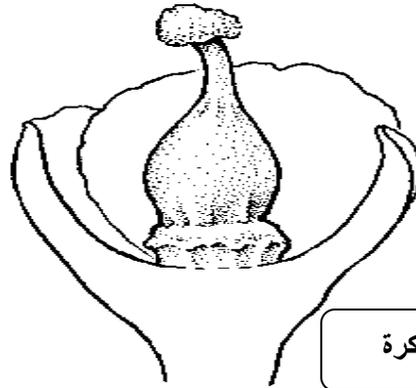
يتحدد لون وعدد وشكل الاسدية والأمتعة بناء على نوع النباتات ولذلك تستعمل هذه الصفات في تعريف النباتات وتحديد انتمائه.

**احادي المسكن :** ايضاً الأزهار الذكرية و الأزهار الأنثوية على نفس النبات ، مثال على ذلك شجر السنديان.

#### زهرة أحادية الجنس



زهرة أنثوية



زهرة مذكرة

**ثنائي المسكن :** وهو تواجد الأزهار الذكرية على نبات، والأزهار الأنثوية على نبات آخر ( أي ان هناك مسكنين للأزهار ) مثال على ذلك شجرة النخيل.

هنالك غدد خاصة لإفراز الرحيق، بعض الأزهار على أوراق توجبها خطوط وبقع خاصة تدل على الرحيق تسمى مسالك الرحيق.

### الرموز الزهرية والقانون الزهري :

يعبر عن تركيب الزهرة واجزائها المختلفة بمجموعة من الرموز الزهرية نلخصها فيما يلي :

	زهرة منتظمة عديدة التناظر
	زهرة وحيدة التناظر
	زهرة خنثى
	زهرة مذكرة
	زهرة مؤنثة
K - ك	الكأس ( عدد من السبلات )
C - ت	التويج ( عدد من البتلات )
G - م	المتاع ( عدد من الكرابل )
A - ط	الطلع ( عدد من الأسدية )
<u>G</u> - م	زهرة سفلية ( مبيض علوي )
G - م	زهرة علوية ( مبيض سفلي )
G - م	زهرة محيطية
( .. )	الأجزاء الملتحمة
... + ...	الأجزاء الزهرية في محيطين
P - غل	الغلاف الزهري غير متميز
—	الأسدية فوق بتلية

- ويستخدم نفس الرمز السابقة في حالة الطلع الذي يتصل بالمتاع .

- عندما تكون الأجزاء الزهرية في محيط واحد ولكنها مختلفة في مظهرها ووظائفها تستخدم علامة ( ، ) بين أعداد الأجزاء المختلفة من المحيط الواحد .

- يوضع على يسار كل رمز من الرموز الدالة على لامحيطات رقم يدل على عدد الأجزاء كما في هذا المحيط .

- عندما تكون الأجزاء الزهرية غير محدودة "عديدة" يستخدم الرمز ∞ .

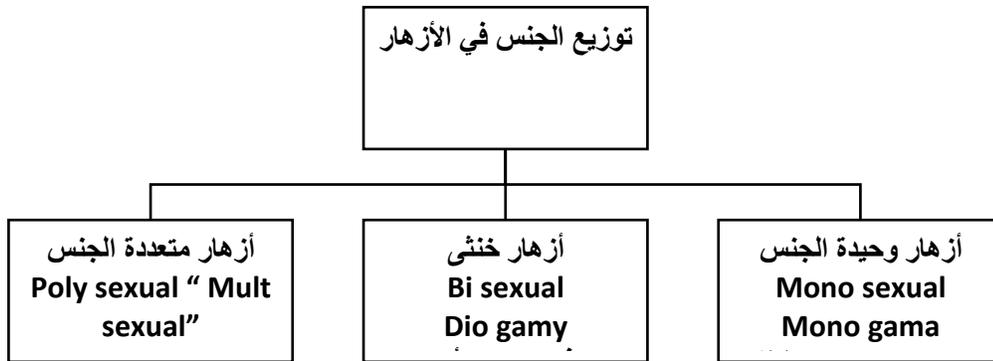
- يعبر عن تركيب الزهرة بقانون زهري يتكون من الرموز الزهرية السابقة المناسبة لتركيبها ويذيل هذا القانون بنوع الوضع المشيمي للبيوضات داخل المبيض . ويمكن إضافة أي عبارات أخرى توضح صفة زهرية هامة مثل تحت الكأس والأسدية العقيمة .

### المسقط الزهري Floraal Diagram :

المسقط الزهري عبارة عن المستوى الأفقي للزهرة الذي يمكن فيه تمثيل الأجزاء الزهرية بطريقة رسم المسقط الأفقي .

أما في حالة النورات المحدودة تكون الزهرة الكبيرة هي محور بقية الأزهار.

### توزيع الجنس في الأزهار :



## تصنيف النباتات الزهرية

تتميز النباتات الزهرية بأن لها أزهار واضحة والأنسجة الوعائية مميزة ويحتوى النسيج الخشبي على أوعية خشبية أما نسيج اللحاء فيحتوى على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة .

وتنقسم النباتات مغطاة البذور إلى طائفتين هما :

### ٢- طائفة النباتات نوات الفلقة الواحدة

(Monocotyledons)

الغلاف الزهري غير مميز التركيب وتوزيع  
أجزاء الزهرة مكونة من 3 أجزاء  
ومضاعفاتها



### ١- طائفة النباتات ذات الفلقتين

(Dicotyledons)

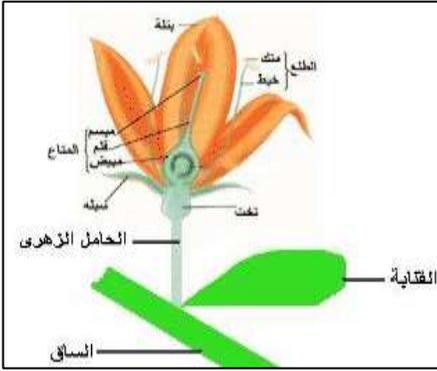
الغلاف الزهري مميز إلى كلس وتوزيع  
أجزاء الزهرة مكونة من 4 أجزاء  
ومضاعفاتها



## طرق دراسة التركيب الزهري :

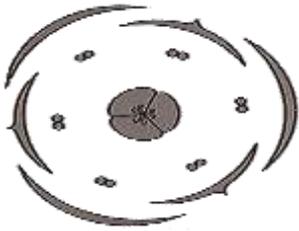
لدراسة الزهرة يجب أن يتم التعبير عنها بواسطة ثلاثة أشياء هي :

Floral formula	Section diagram	Floral diagram
$\oplus K_5 C_5 A_\infty G_\infty$		
		1. المسقط الزهري Floral Diagram
		2. القطاع الطولي Longitudinal Section
		3. القانون الزهري Floral Formula



لدراسة التركيب الزهري لزهرة ما ، يجب فحص الزهرة جيدا وهي في حالة برعم زهري وكذلك وهي منفتحة وذلك لمعرفة الوضع الزهري والمحيطات الزهرية وإعداد وحدات كل منها ومدى التحامها أو انفصالها والتربيع الزهري واتجاهات المنك والأوضاع المشيمية ومواقع وجود الغدد الرحيقية وغير ذلك . يوضح التركيب الزهري بعمل المسقط الزهري والقطاع الطولي للزهرة ثم بكتابة القانون الزهري .

### المسقط الزهري Floral diagram

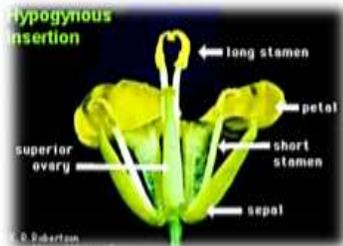


المسقط الزهري هو عبارة عن رسم تخطيطي لقطاع عرضي في البرعم الزهري ، يوضح وضع المحيطات الزهرية بالنسبة لبعضها.

تختلف الأزهار في المستوى الذي تخرج منه الأوراق الزهرية على التخت و يحدد وضع المبيض position of ovary على التخت نوع الزهرة فقد تكون:

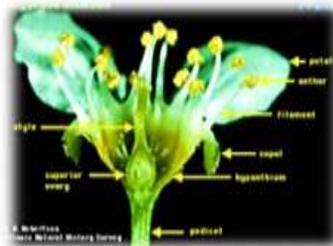
#### 2-زهرة سفلية (س) Hypogynous (G)

يكون المبيض في أعلى التخت الذي يكون محبباً، بينما المحيطات الأخرى أسفله.. يسمى المتاع علوي. مثل زهرة البتونيا..



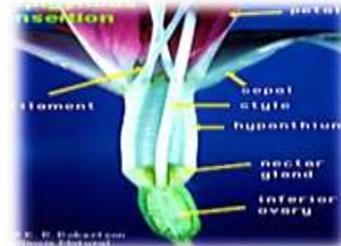
#### 3-زهرة محيطية (م) Perigynous (G)

إذا كان التخت مسطح أو مقعر، حاملاً المبيض أو المبايض في وسطه وتكون أجزاء الزهرة من حوله .. مثل الورد والمشمش..



#### 1-زهرة علوية (ع) Epigynous (G)

إذا كان التخت مقعراً يحوي بداخله المبيض ويتحد بجداره، وتخرج أجزاء الزهرة الأخرى من قمة التخت، فتبدو كأنها نامية من قمة المبيض، ويوصف المتاع بأنه سفلي كما في التفاح والقرع...



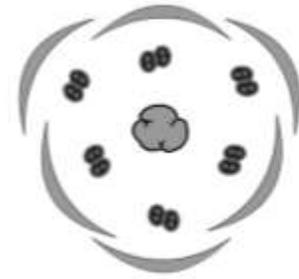


### تدريب 1

أكتب القانون الزهري لتلك الزهرة

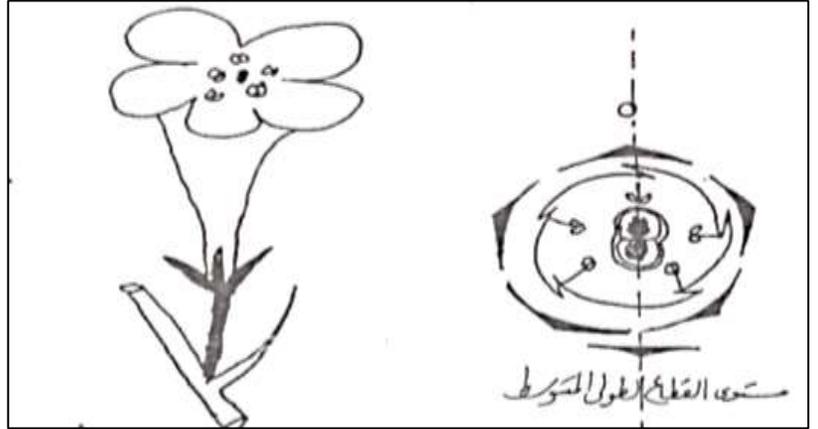
أكتب القانون الزهري لتلك الزهرة

تدريب 2: ارسم القطاع الطولي للزهرة التالية علما بأن الوضع المشيمي (حافي)



$$\frac{\text{م ط ت ك } \text{♀}}{3 \quad 3 \quad 3 \quad 3 \quad (3)}$$

**تدريب ٣: أكتب القانون الزهري للزهرة التي تظهر في المسقط الزهري التالي:**



**الوضع المشيمي: Placentation**

الوضع المشيمي هو موضع اتصال البويضات بجدار الكريهة من داخل المبيض حيث توجد المشيمة، ويتحدد الوضع المشيمي بطريقة اتصال البويضات داخل الكرابل هل هي على حواف الكرابل أم في وسطها أو في قمتها .. الخ ، وهي ترسم في المسقط الزهري والقطاع الطولي للزهرة ، وفيما يلي أهم الأوضاع المشيمية:

**١. الوضع المشيمي الجداري Parietal :**

وفيه يتكون المبيض من عدة كرابل، تلتحم بحوافها فقط وبذلك تتكون غرفة واحدة فقط ذات مشيمة جدارية تلتصق عليها البويضات ( تلتصق بجدار الكرابل ).

**٢. الوضع المشيمي المحوري Axile :**

هو الأكثر شيوعاً بين النباتات الزهرية ، وفي هذا الوضع تتصل جميع البويضات بمحور وسطي ناشئ من التحام حواف الكرابل البطنية وتقابلها في الوسط. وفي العادة يكون عدد المساكن مساوياً لعدد الكرابل الداخلة في تكوينها .

**٣. الوضع المشيمي الحافي Marginal :**

في هذا الوضع يكون مبيض الكريهة الواحدة ناشئ من التحام حافتي ورقة كربلية وهاتان الحافتان تكونان المشيمة الحافية وتوجد البويضات على احدي هاتان الحافتين ، كما في الفصيلة القرنية كالبسلة والفاصوليا.

**٤. الوضع المشيمي المركزي Central :**

تكون البويضات في هذا الوضع موجودة على مشيمة محورية . ولكن يحدث ان تتمزق الفواصل بين الكرابل ليصبح المبيض وحيد المسكن (من غرفة واحدة) وتبقى البويضات معلقة بمحور وسط المبيض كما في القرنفل.

#### 5- الوضع المشيمي المركزي السائب central Free :

في هذه الحالة تنمو من قاعدة المبيض محور وسطي لا يتصل بأعلى المبيض بل يظل سائبا ، وهذا النوع هو امتداد لمحور الزهرة وليس له علاقة بجدار المبيض أو حواف الكرابل مثل نبات الفلفل الحلو.

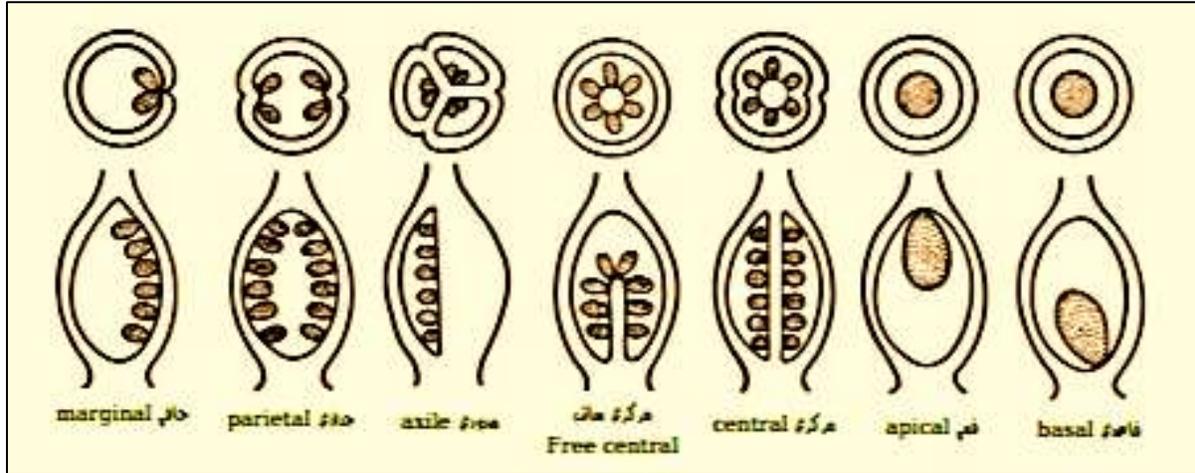
#### 6. الوضع المشيمي القمي Apical :

نجد هنا ان البويضة تتصل بحبلها السري من قمة المبيض ( من ناحية الميسم ) ولا يمكن تمييز بين الوضع القمي والقاعدي الا من خلال القطاع الطولي .

#### 7. الوضع المشيمي القاعدي Basal :

اما هنا نجد البويضة تخرج من قاعدة المبيض ( ناحية التخت) كما في نبات الجهنمية (المجنونة) .Bougainvillea sp

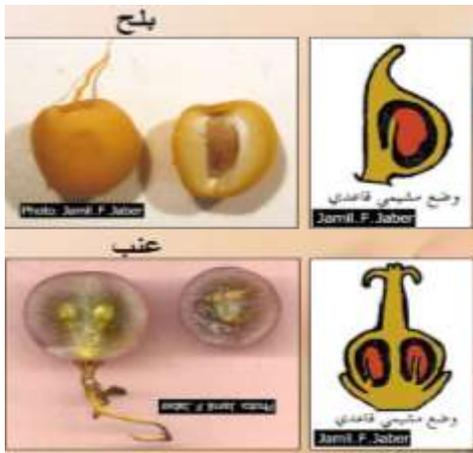
### أمثلة مصورة



### الوضع المشيمي الحافي



### الوضع المشيمي القاعدي



### الوضع المشيمي المركزي السائب (الفلفل الحلو)



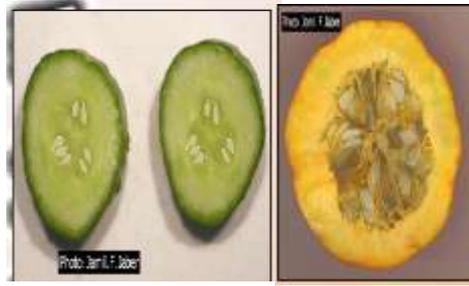
### الوضع المشيمي المركزي



كيوي

بامية

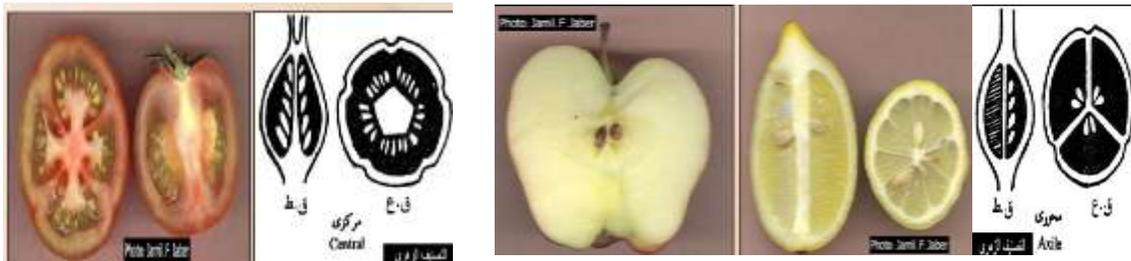
### الوضع المشيمي الجداري



الخيار

القرع

### الوضع المشيمي المحوري



الطماطم

التفاح

الليمون

## علم فسيولوجيا النبات (وظائف النبات)

فسيولوجيا النبات (Plant physiology): هو فرع من علم النبات يعنى بدراسة وظائف الأعضاء المختلفة للنبات وشرح طرق قيام تلك الأعضاء بوظائفها.

### البناء الضوئي أو التمثيل الضوئي (Photosynthesis) :

عملية كيميائية معقدة تحدث في خلايا البكتيريا الزرقاء وفي البلاستيدات الخضراء أو (chloroplasts) في كل من الطحالب والنباتات ؛ حيث يتم فيها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية تخزن في روابط سكر الجلوكوز وفق المعادلة التالية:



ومن أهم نواتج هذه المعادلة هو:

١- الأكسجين  
٢- مركبات سكرية حاوية على طاقة عالية.

ورغم بساطة هذه المعادلة لكنها تتم في خطوات معقدة، حيث تتم هذه المعادلة في دورتين:

### \*الأولى تسمى تفاعلات الضوء (Light reactions) :

وهي تفاعلات تعتمد على وجود الضوء وتعمل عليه.

### \*الثانية تسمى تفاعلات الظلام (Dark reactions) :

أو تفاعلات دورة كالفن ، وقد سميت تفاعلات الظلام باسم مكتشفها كالفن، وتعمل تفاعلات دورة كالفن في النباتات ذوات الفلقتين أو وهي مركبات ثلاثية الكربون ولذلك تسمى دورة الكربون الثلاثي. وهناك دورة هاتس سلاك (Hatch slak) وهي تعمل في النباتات ذوات الفلقة الواحدة (Monocot) أو (Monocotyledon) .

### الأيض Metabolism :

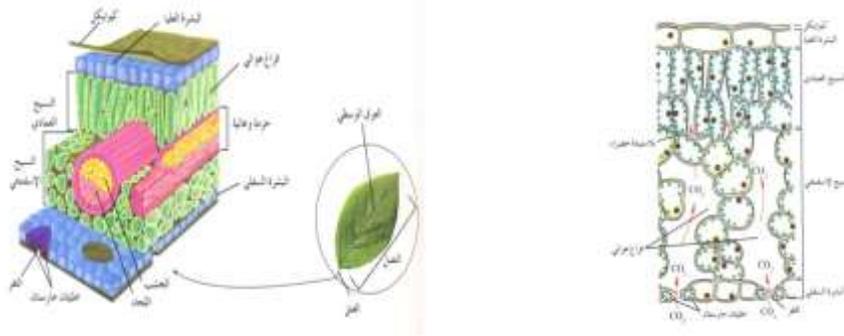
هو التحولات الكيميائية من بناء وهدم التي تحدث في الخلايا الحية :

١- الأيض البنائي Anabolism: جميع التحولات الكيميائية المؤدية إلى بناء مركبات معقدة أو أكثر تعقيدا من بادئاتها ويقترن بامتصاص طاقة .

٢- الأيض الهدمي Catabolism: جميع التغيرات الكيميائية المؤدية إلى تكسير المواد المعقدة إلى مواد أبسط منها تركيب ويقترن بانطلاق الطاقة .

### الورقة النباتية وعملية البناء الضوئي:

قبل وصف عملية البناء الضوئي يجب في البداية أن نتعرض إلى تركيب الورقة بشيء من التفصيل. يلاحظ أن سطح الورقة يغطي بطبقة شمعية تعرف بالأدمة (Cuticle) ثم تليها طبقة واحدة من الخلايا تعرف بالبشرة (Epidermis)، يليها طبقة من الخلايا المتراسة على شكل عمادي يطلق عليها النسيج المتوسط العمادي (Palisade mesophyll)، ثم مجموعة من الخلايا غير المنتظمة يطلق عليها النسيج المتوسط الإسفنجي (Spongy mesophyll)، وكلا النوعين من الخلايا يحتوي على البلاستيدات الخضراء، ثم طبقة من الخلايا لا تحتوي على البلاستيدات الخضراء تعرف بالخلايا الحزمية (Bundle sheath cells) تحيط بعرق (Vein) الورقة. وتلعب البلاستيدات الخضراء دوراً رئيساً في التغذية الذاتية للنباتات حيث أنها هي مكان جريان عملية البناء الضوئي حيث يوجد بها صبغة الكلوروفيل. وفي حالة غياب البلاستيدات الخضراء (كما هو الحال في الطحالب الخضراء المزرقمة مثلاً) فإن الكلوروفيل يكون موجوداً على أغشية خلوية تعرف بأغشية البناء الضوئي.



### صبغات البناء الضوئي photosynthetic pigments :

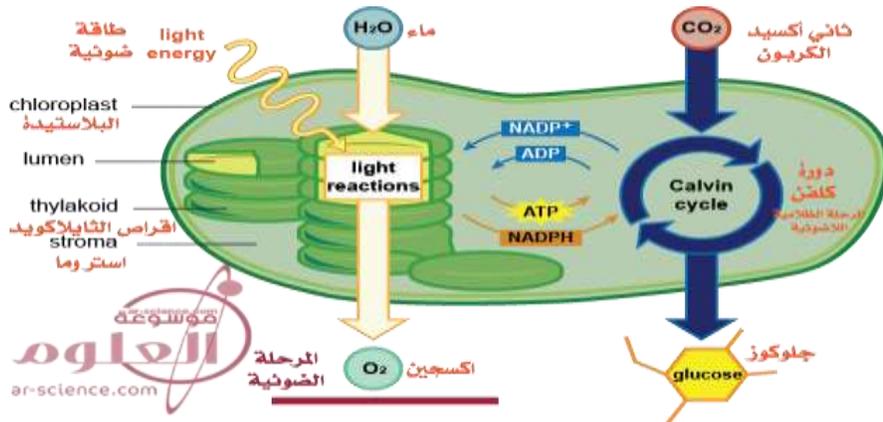
يعتبر الكلوروفيل أهم أنواع الصبغات النباتية في عملية البناء الضوئي فهو يمتص الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية صالحة لأن تدفع الخلية لبناء المواد الكربوهيدراتية. يوجد الكلوروفيل (Chlorophyll) في مناطق الحبيبات أو أكياس القريصات (Grana) ويتكون كيس القريصات الواحد من أغشية رقيقة مسطحة متراسة فوق بعضها البعض تعرف بالقريصات أو الأغشية الرقيقة (Thylakoids). وهذا هو موضع تفاعلات البناء الضوئي. ويوجد الكلوروفيل في البلاستيدات الخضراء مرتبطاً بالبروتين ولا يذوب الكلوروفيل في الماء ولكنه يذوب في المذيبات العضوية ولقد وجدت أنواع عديدة من الكلوروفيل أهمها في النباتات الراقية كلوروفيل (أ) وكلوروفيل (ب) ونسبة الأول إلى الثاني غالباً ٣:١ ولونهما أخضر كما توجد صبغات أخرى يميل لونها إلى الأصفر تسمى الكاروتين والزانثوفيل وهذه الصبغات لها دور مساعد في عملية البناء الضوئي حيث تقوم بامتصاص والتقاط الطاقة الضوئية ثم تنقلها إلى صبغات الكلوروفيل. كما تقوم أيضاً بدور رئيسي في حماية الكلوروفيلات من عمليات الأكسدة الضوئية وخاصة فالضوء الساطع.

C55 H72O5N4Mg	الكلورفيل أ
C55 H70O6N4Mg	الكلورفيل ب
C40 H56	الكاروتين
C40 H56O2	الزانتوفيل

### تركيب البلاستيدات الخضراء:

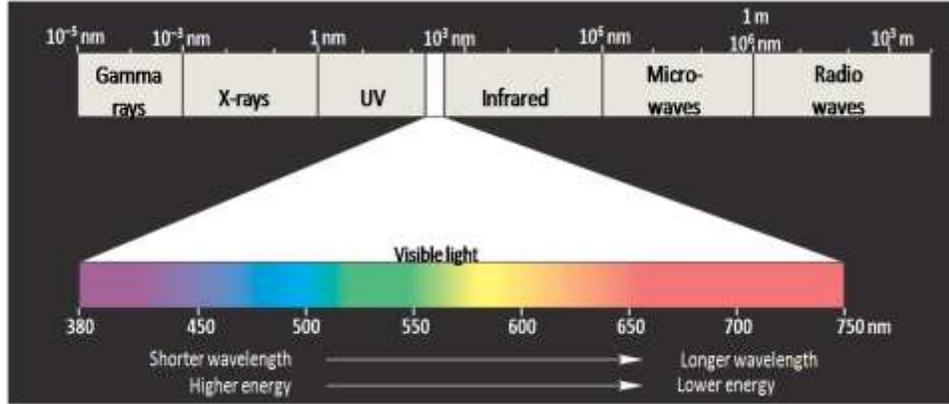
البلاستيدات عضيات سابحة في بروتوبلازم بعض الخلايا النباتية و الطحلبية وظيفتها تحويل الطاقة الضوئية إلى كيميائية مخزنة في المواد الغذائية. في النباتات تظهر البلاستيدات كرويه الى بيضاويه الشكل. وقد تتخذ أشكالاً اخرى مثل تلك الموجوده في بعض أنواع الطحالب كما يختلف عددها حسب نوع الخلية. وتحتوي على صبغات تمتص الطاقة الضوئية كما تحتوي الخلايا المرستيمية للنباتات الراقية على بلاستيدات صغيرة ، ولا يمكن تمييزها إلا بواسطة المجهر الإلكتروني وتسمى بالبلاستيدة الأولية Proplasts، وتعتبر هذه البلاستيدات منشأ أو أصل البلاستيدات الأخرى حيث يمكن أن تتحول إلى الأنواع المختلفة من البلاستيدات. وللبلاستيدات وظائف مختلفة في الخلايا البالغة ، وذلك حسب أصباغها .

بفحص الكلوروبلاست بالمجهر الإلكتروني يتضح تواجد الغشاء الخارجى المزوج يفصلها عن سيتوبلازم الخلية الغشاء الخارجى Outer membrane يليه الغشاء الداخلى Inner membrane بينهما فراغ غشائي Intermembrane space والذي يحوى بداخله نوعين من الصفائح. الأول منها تجمعات منتظمة تظهر كالأقراص متراسة فوق بعضها تسمى بالثايلاكويدات تكون كل مجموعة منها مايعرف بالحبيبة البلاستيدية أو الجرانم وجمعها ( جراننا ) وهي تحتوي على أنزيمات التفاعلات الضوئية. ويصل بين الجراننا قنوات وتحتوى على صبغات البناء الضوئى والثانى منها تسمى صفائح الستروما وتحتوى على إنزيمات تفاعل الظلام وهي سائل حبيبي يملأ جسم البلاستيدة ويتكون السائل اساسا من البروتينات ويحتوي السائل على جزئى DNA و ريبوسومات لتكوين الأنزيمات الخاصة بعملية التمثيل الضوئى بالإضافة إلى وجود بعض المركبات العضوية مثل النشا كما توجد الصبغات النباتية وخاصة صبغة الكلوروفيل ( اليخضور ) مرتبطة بأغشية الثايلاكويدات وإليه ترجع اهمية البلاستيدة الخضراء في امتصاص الطاقة الضوئية المستخدمة في عملية التمثيل الضوئى بالإضافة على ذلك هناك أصباغ الكاروتينات والزانتوفيلات ويمكن الإشارة إلى أن البلاستيدة أو جزء منها يكون قادراً على القيام بعملية البناء الضوئى ويمكن أيضاً الإشارة إلى أن أصغر جزء من البلاستيدة يستطيع القيام بعملية البناء الضوئى هذا الجزء لايد من احتوائه على ٤٠٠ جزئىء كلوروفيل على الأقل ويسمى هذا الجزء كوانتاسوم أو الوحدة الضوء

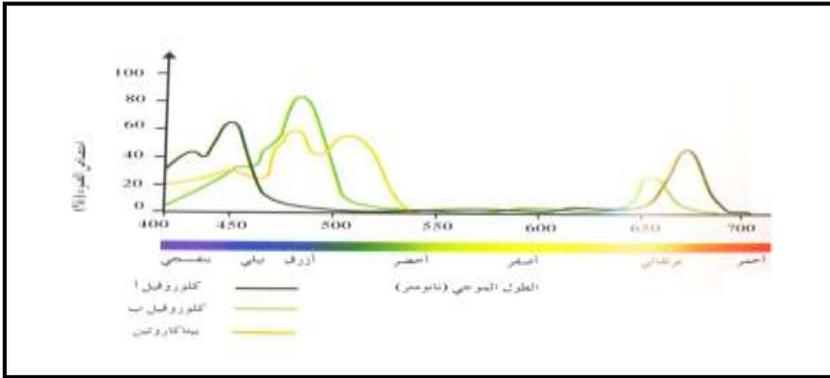


### تركيب الضوء :

الشمس ترسل موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية مختلفة حاملة طاقة في جسيمات صغيرة تعرف بالفوتونات أو Quanta، والطيف الكهرومغناطيسي يتكون من: أشعة تحت حمراء - أشعة فوق بنفسجية - الأشعة المرئية وتبلغ أطوالها الموجية من ٤٠٠ - ٨٠٠ nm وتتألف من {بنفسجي - أزرق - أخضر - أصفر - برتقالي - أحمر}.

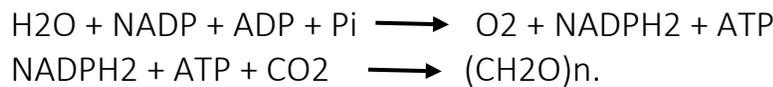


يتأثر الكلوروفيل ويثار إذا ما تعرض للضوء الأبيض حيث يشغل الضوء الأبيض منطقة صغيرة جداً يتراوح أطوالها الموجية من ( ٣٤٠ nm : ٦٧٠ nm ) وهذه المنطقة من الأطوال الموجية تشمل الضوء الأزرق، الأزرق المخضر، الأخضر، الأصفر المخضر، الأصفر، البرتقالي، الأحمر الفاتح ، الأحمر القاتم بينما الأطوال الموجية الأكبر من ذلك أو الأصغر أشعة كهرومغناطيسية لا يستفيد منها النبات. عند امتصاص الكلوروفيل للأشعة الزرقاء ذات الطول الموجي ٤٣٠ ( وكذلك الأشعة الحمراء ذات الطول الموجي ٦٧٠ فإن جزئيات الكلوروفيل يحدث لها إثارة نتيجة لامتصاص هذه الطاقة الضوئية كما ان النباتات لا تمتص الضوء الأخضر بل تعكسه .



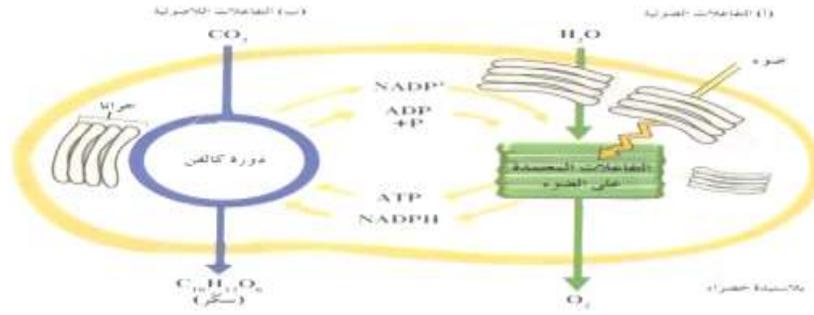
### آلية عملية البناء الضوئي :

من المعروف أن عملية البناء الضوئي من خلال تفاعلين هما تفاعل الضوء وتفاعل الظلام داخل الكلوروبلاست. أما تفاعل الضوء فيتم في صفائح الجرانا داخل الكلوروبلاست وتحتوي هذه الصفائح على صبغات البناء الضوئي. أما تفاعل الظلام فتتم خطواته في الستروما والتي تحتوي على إنزيمات تفاعل الظلام. وتفاعل الضوء هو الذي يقوم بإنتاج الطاقة المختزلة كمصدر للهيدروجين في صورة NADPH<sub>2</sub> وكذلك جزئيات الطاقة ATP. وتستغل هذه الطاقة المنتجة في عملية اختزال ثاني أكسيد الكربون كما في التفاعلات التالية :



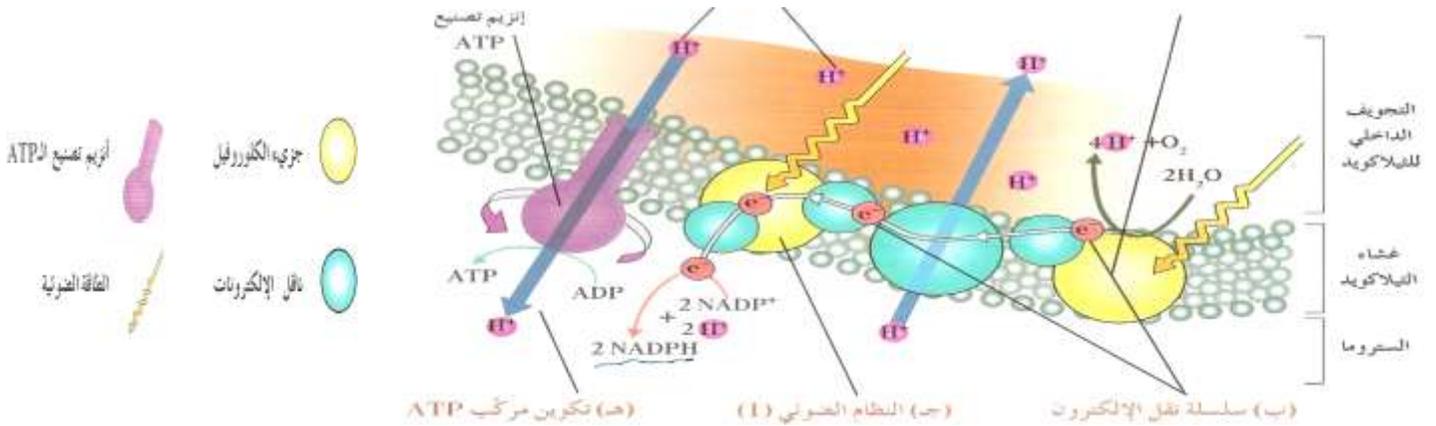
### التفاعلات المعتمدة على الضوء (التفاعلات الضوئية):

تحدث في غشاء مناطق مختلفة من غشاء الثيلاكويد تعرف بالنظام الضوئي (١) والنظام الضوئي (٢) ، وهما وحدات جامعة للضوء في البلاستيدات.



### (أ) النظام الضوئي (2)

- ١ - يمتص النظام الضوئي (٢) الضوء بواسطة الكلوروفيل والأصبغ الأخرى .
- ٢ - يستخدم جزء من طاقة هذا الضوء في شطر جزيء الماء بواسطة الإنزيمات إلى أيونات الهيدروجين والإلكترونات عالية الطاقة وغاز الأكسجين.
- ٣ - تكتسب إلكترونات الكلوروفيل جزءاً من طاقة ضوء الشمس وتصبح إلكترونات عالية الطاقة.
- ٤ - تتحرك هذه الإلكترونات من النظام الضوئي (٢) إلى النظام الضوئي (١) بواسطة مجموعة من المركبات الوسيطة الموجودة في غشاء الثيلاكويد والتي تعرف بسلسلة نقل الإلكترون.
- ٥ - تزود هذه الإلكترونات النظام الضوئي (١) بالطاقة اللازمة للنقل النشط لأيونات الهيدروجين من الستروما إلى داخل تجويف الثيلاكويد.



(ب) سلسلة نقل الإلكترونات

- ١ - تنتقل الإلكترونات عالية الطاقة ( $e^-$ ) من النظام الضوئي (٢) إلى النظام الضوئي (١).
- ٢ - تستخدم الجزيئات في سلسلة نقل الإلكترونات الطاقة في نقل أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) إلى داخل الثيلاكويد.

(ج) النظام الضوئي (1)

- ١ - تمتص الأصباغ في النظام الضوئي (١) الضوء وتنتقل الطاقة إلى الإلكترونات المحررة من النظام الضوئي (٢).
- ٢ - تلتقط الإلكترونات عالية الطاقة ( $e^-$ ) إلى  $NADP^+$  ليصبح NADPH وهو مركب يستخدم في صنع السكروز.

(د) تحرك أيونات الهيدروجين

- ١ - يمتلئ السطح الداخلي لغشاء الثيلاكويد بأيونات الهيدروجين الموجبة ( $H^+$ ).
- ٢ - يصبح السطح الداخلي لغشاء الثيلاكويد مشحون بشحنة موجبة والسطح الخارجي مشحون بشحنة سالبة.

ATP (هـ) تكوين مركب

- ١ - عند مرور أيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) خلال بروتين الغشاء المعروف باسم إنزيم تصنيع ATP يرتبط جزيء ADP مع مجموعة فوسفات لتكوين جزيء ATP باستخدام الطاقة المنطلقة من تدفق أيونات الهيدروجين.

## التفاعلات غير المعتمدة على الضوء (دورة كالفن) ( التفاعلات اللاضوئية )

علل : تسمية التفاعلات اللاضوئية بهذا الاسم.

لأنها لا تعتمد على الضوء كي تحدث.

### أهميتها:

١- تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون في صورة مادة كربوهيدراتية باستخدام مركب NADPH كمصدر للهيدروجين ومركب ATP كمصدر للطاقة. حيث يتكون جزئ واحد من الجلوكوز مقابل ٦ جزيئات ثاني أكسيد الكربون.

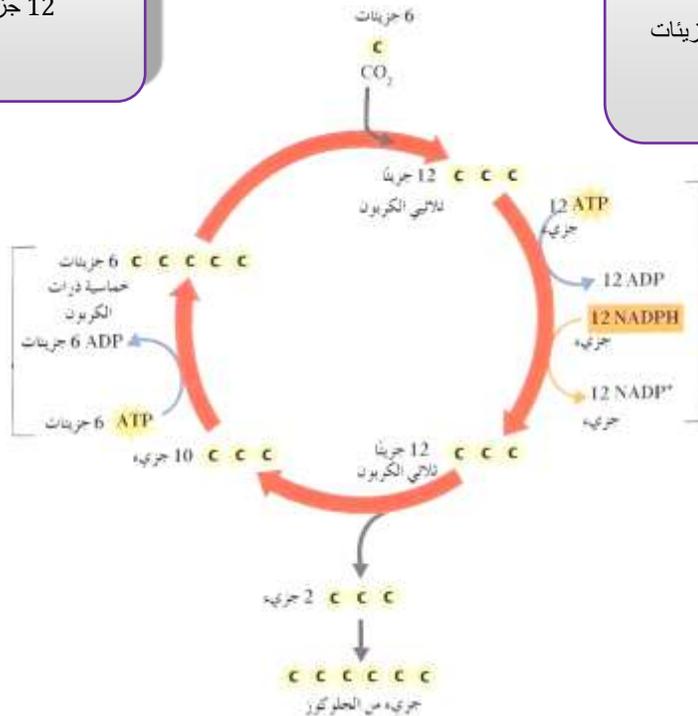
### خطواتها:

#### إلى الدورة CO<sub>2</sub> (أ) دخول

مع 6 جزيئات CO<sub>2</sub> تتحد 6 جزيئات من مركب خماسي ذرات الكربون لإنتاج 12 جزئ ثلاثي ذرات الكربون

#### (ب) دخول الطاقة ( تثبيت الكربون)

تستخدم الطاقة في جزئ ATP لتحويل الإلكترونات لتحويل NADPH في مركب الجزيئات ثلاثية الكربون إلى جزيئات عالية الطاقة



#### (ج) إنتاج السكر سداسي ذرات الكربون

يخرج جزيئان من الجزيئات ثلاثية الكربون من الدورة لإنتاج السكر سداسي ذرات الكربون

#### (د) تجدد الجزيئات خماسية ذرات الكربون

تتحول الجزيئات ثلاثية الكربون العشرة إلى ست جزيئات خماسية الكربون ثم يعاد استخدامها في دورة جديدة أخرى

### مصير السكريات الناتجة عن البناء الضوئي:

تستخدم كل من الكائنات ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية السكريات لإنتاج ATP مستخدمة الطاقة في جميع الوظائف الحيوية.

### أ - بالنسبة للكائنات ذاتية التغذية:

- ١ - تنتقل السكريات على شكل سكروز وجزيئات عالية الطاقة من الأوراق إلى الخلايا الأخرى في النبات.
- ٢ - يستخدم النبات بعض الجلوكوز للنمو.
- ٣ - تكوين السليلوز عن طريق ربط العديد من جزيئات الجلوكوز.

### وظيفة السليلوز:

- ١ - تدعيم النبات وإكسابه الصلابة.
- ٢ - بعض الكائنات تستخدمه كمصدر للطاقة مثل البكتيريا الموجودة في أمعاء الأبقار.

### تكوين النشا:

يتكون من سلاسل من جزيئات الجلوكوز التي توجد في الأغذية النشوية مثل البطاطا والقمح.

### ب- بالنسبة للكائنات غير ذاتية التغذية:

- ١ - تستهلك الكائنات غير ذاتية التغذية و الكائنات ذاتية التغذية النباتات للحصول على النشا.
- ٢ - يتم هضم النشويات إلى جلوكوز وتستخدم الطاقة المخزنة فيه من أجل احتياجاتها وتكوين التراكيب المختلفة في أجسامها.
- ٣ - تخزن الجزيئات غير المستخدمة من الجلوكوز على صورة جليكوجين.

### العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي:

#### ١ - الضوء:

تستخدمه النباتات في عملية البناء الضوئي - تقوم النباتات بعملية التنفس الخلوي والتي يتم من خلالها تكسير الجلوكوز إلى ماء وثنائي أكسيد الكربون ، بالإضافة إلى طاقة تستخدمها النباتات لتنمو وتتكاثر. تقوم النباتات بعملية البناء الضوئي وفي الوقت نفسه تقوم بعملية التنفس الخلوي للحصول على الطاقة. تعتمد الكمية الصافية من السكر المتكونة في النباتات على:

أ - معدل التنفس الخلوي      ب - كمية الطاقة الضوئية المتاحة

**نقطة التعويض:** كمية الطاقة الضوئية المقتنصة أثناء عملية البناء الضوئي لبقاء النبات على قيد الحياة.

#### ملحوظة:

- إذا كانت كمية السكر التي تنتجها النباتات متوازنة مع كمية السكر التي تستخدمها فلن تكون هناك طاقة مفقودة أو مكتسبة.

- إذا كانت كمية السكر الذي تنتجها النباتات أكثر من الذي تستخدمها فتكون قد اكتسبت طاقة ، ويمكن أن تخزن الفائض من الطاقة أو تستخدمها في النمو.

- إذا استخدمت النباتات كمية من السكر أكثر من التي تنتجها ، فتكون قد فقدت طاقة.

س: ماذا يحدث إذا استقبلت النباتات كمية من ضوء الشمس أقل من نقطة التعويض الخاصة به لفترة زمنية؟ وهل تختلف نقطة التعويض من نبات لآخر؟  
- تختلف نقطة التعويض من نبات لآخر فبعض النباتات تحتاج كمية كبيرة من الضوء مثل قصب السكر.

- والبعض الآخر يحتاج كمية معتدلة من الضوء مثل العنب ، وبعضها يحتاج كمية قليلة مثل نباتات الظل.

- نباتات الظل تنمو ببطء في حالة ندرة الضوء ولكن تنمو سريعاً عند توفر الضوء لتصل إلى أقصى طولها وسمكها بسرعة أكبر.

## ٢ - الماء:

هو المركب الأساسي لعملية البناء الضوئي تحتاجه النباتات لتكمل التفاعلات الضوئية.  
وظيفة الماء:

- ١ - مادة خام للتفاعلات الضوئية.
- ٢ - حفظ الخليتين الحارستين مملوءتين بالماء لإبقاء الثغور مفتوحة يتم تبادل الغازات ، ودخول غاز ثاني أكسيد الكربون لإتمام عملية البناء الضوئي.

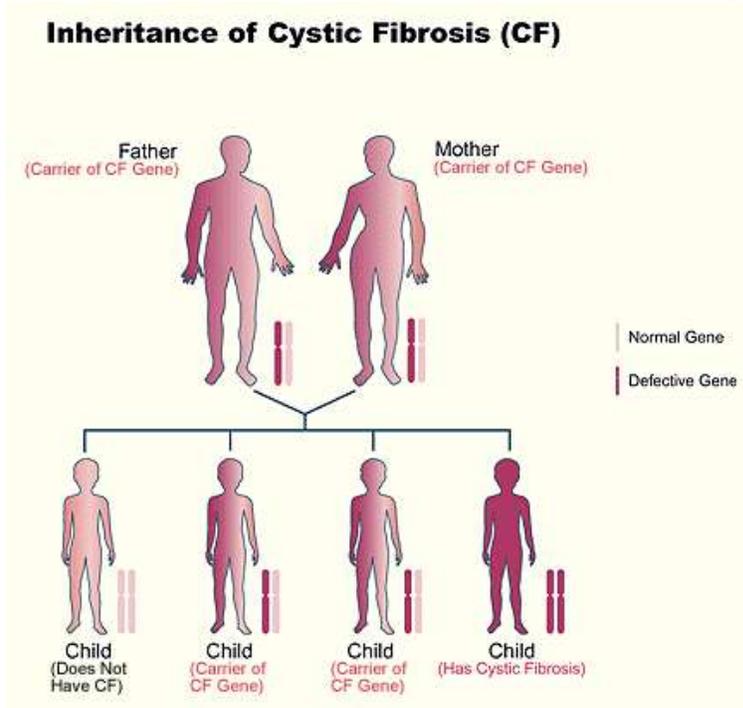
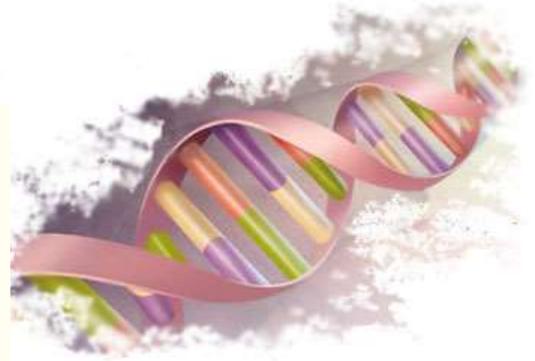
## ٣ - ثاني أكسيد الكربون:

يستخدم لصنع السكريات البسيطة أثناء دورة كالفن.

## ملحوظة:

لإتمام عملية البناء الضوئي لا بد أن تتوفر العوامل الثلاثة الضوء - الماء - ثاني أكسيد الكربون .

# الوراثة



## علم الوراثة (Genetics):

أحد فروع علم البيولوجي الذي يتعامل مع مجموعه من الصفات المتوارثة ويفسر كيفية انتقال الصفات من الآباء والأجداد الى سلالتهم.



كانت بداية علم الوراثة الحديثة في قرية برن بتشيكوسلوفاكيا التي ولد فيها العالم جريجور مندل عام ١٩٢٢م وكان يعمل قسيسا في كنيسة القرية. وهو أول من أجرى تجارب على نبات البازلاء الموجودة في حديقة الكنيسة أعطى خلالها إجابات الاسئلة الأساسية عن مجموعة الصفات المتوارثة. نتائج التجارب التي تمت في مجال تربية النباتات والحيوانات الأليفة في عصر مندل:-

- ١ - يساهم كلا الأبوين بقدر في اكتساب نسلهما لخصائصهما.
- ٢ - تحمل هذه الخصائص في الخلايا التناسلية التي تسمى الجاميتات (Gametes).

الجاميتات	في الإنسان والحيوان	في النبات
مذكرة	حيوانات منوية	حبوب لقاح
مؤنثة	بويضات	

### أسباب اختيار مندل نبات البازلاء لإجراء تجارب الوراثة :

- ١ - نبات متوفر في جميع فصول السنة .
- ٢ - يمكن تلقيحه ذاتيا ( تلقيح بويضات الزهرة بحبوب لقاح نفس الزهرة ) لأن بتلات التويج في زهرة البازلاء تحيط إحاطة تامة بالأعضاء التناسلية ( الأسدية والكرابل ) حتى بعد أن يتم نضجها ، ويمكن التأكد من عدم وصول أي لقاح خارجي إليها بإحاطتها ( أثناء التجارب ) بكيس ورقي .
- ٣ - يمكن تلقيحها خلطيا ( تلقيح بويضات الزهرة بحبوب لقاح زهرة أخرى من النوع نفسه ) وذلك بنزع متك الزهرة قبل نضجها وإحاطتها بكيس ورقي، ثم ينقل إليها اللقاح المرغوب بطريقة صناعية لكي يلقح مياستها في الوقت المناسب.
- ٤ - يوجد منه أصناف عديدة، بدأ مندل تجاربه على ٣٢ صنفا منها ودرسها لعدة سنوات قبل أن يبدأ في تجاربه. وقد اختار مندل لدراسته من هذه الأصناف ٧ صفات ( مميزات ) ذات فروق واضحة، وأطلق على كل زوج من تلك الصفات المتبادلة ( المتضادة ) اسم ( الصفات الأليلومورفية ) مثل: البذور الصفراء والبذور الخضراء ، السوق الطويلة والسوق القصيرة ، البذور الملساء والبذور المجعدة.

## تجارب مندل ( Mendel's Experiments ) :

### تجربة ( ١ )

- ١ - قام مندل بتهجين تجريبي بين نباتين :  
النبات الاول:أزهاره بنفسجية ( من صنف ينتج كل أزهاره بنفسجية )  
النبات الثاني :أزهاره بيضاء ( من صنف ينتج كل أزهاره بيضاء )
- ٢ - إزالة أسدية أزهار النبات الاول قبل نضجها.
- ٣ - نثر على مياسم هذه الأزهار حبوب اللقاح من متك زهرة من النبات الثاني .
- ٤ - أخذ البذور الناتجة وزرعها .

### النتيجة :

النباتات الناتجة ( الجيل الاول ) جميعها ذات أزهار بنفسجية ، فأطلق على هذه الصفة أسم صفة سائدة ( Dominant Trait ) أما الصفة التي اختفت في الجيل الاول فقد أطلق عليها أسم صفة متحية ( Recessive Trait ).

### تجربة ( ٢ )

سمح لنباتات الجيل الأول ( F1 Generation ) أن تلقح نفسها ذاتيا  
ثم لاحظ نباتات الجيل الثاني ( F2 Generation ) .

### النتيجة :

النباتات الناتجة ( الجيل الثاني ) بعضها ذات  
أزهار بنفسجية وبعضها الآخر ذات أزهار  
بيضاء بنسبة ( ٣ بنفسجية ) : ( ١ أبيض )  
( أي أن الصفات التي اختفت في الجيل الأول  
قد ظهرت ثانيا في الجيل الثاني )

( كرر مندل هذه التجارب مستخدما الصفات الأليومورفية المختلفة في نبات البازلاء):

المظهر الممتحي	المظهر السائد	الصفة
 سلس	 أمس	شكل البذور
 أخضر	 أصفر	لون البذور
 محزذ	 مستطع	شكل القرن
 أصفر	 أخضر	لون القرن
 أبيض	 بنفسجي	لون الزهرة
 طرفي	 إبطي	موضع الزهرة
 قصير (أقل من 0.5 متر)	 طويل (أكثر من 1.5 متر)	طول الساق

### فروض مندل لتفسير النتائج السابقة :

- ١ - ظهور الصفات أو عدم ظهورها لا يمكن تفسيره إلا إذا كانت هذه الصفات الموروثة محكومة بالعوامل ( الوحدات ) الحاسمة ( التي عرفت فيما بعد باسم الجينات (**Genes**))
- ٢ - تمثل كل صفة وراثية بعاملين (**Alleles**) في خلايا الفرد .
- ٣ - تتفصل هذه العوامل عن بعضها تماما عند تكوين الأمشاج أو الجامينات (**Gametes**).
- ٤ - يرث الفرد عامل واحد من عاملي الصفة الأليومورفية من كل أب.

### ( قوانين مندل للوراثة )

#### القانون الاول ( قانون الانعزال ) Law of Segregation

( يفصل كل زوج من الجينات بعضهما عن بعض أثناء الانقسام الميوزي ، بحيث يحتوي نصف عدد الأمشاج الناتجة على جين واحد من كل زوج من الجينات ، ويحتوي النصف الآخر على الجين الآخر).

#### القانون الثاني ( التوزيع المستقل للعوامل الوراثية ) Law of Independent

#### Assortment

( تتفصل أزواج الجينات بعضهما عن بعض ، وتتوزع في الأمشاج عشوائيا ومستقلة كل منها عن الأخرى) .

#### القانون الثالث ( قانون السيادة ) Law of Dominance

( الأليل السائد يظهر تأثيره ، أما الأليل المتنحي فيختفي تأثيره في الفرد الهجين ، إلا إذا اجتمع هذان الأليلان المتنحيان معا )

في ضوء القانون الاول وجد أن :

عوامل الصفات الأليومورفية توجد في كل فرد في صورة زوجية ويحتمل أن يكون هذان العاملان:

- ١ - عاملان متماثلان (**Homozygous**): عاملين للصفة السائدة أو للصفة المتنحية فيسمى الفرد حينئذ (فرد نقي **Pure Trait**) أو (متشابه اللاقحة) .
- ٢ - عاملان مختلفان (**Heterozygous**): عامل للصفة السائدة وعامل للصفة المتنحية، فيسمى الفرد حينئذ (فرد خليط **Hybrid Trait**) أو فرد هجين أو (متباين اللاقحة) .

الفرد متباين اللاقحة ( خليط أو هجين )	الفرد متشابه اللاقحة ( نقي )
<p>١ - يحتوى تركيبه الوراثى على عاملي الصفة السائدة والمتنحية معا <b>Aa</b>.</p> <p>٢ - طرزه الجينى ( تركيبه الوراثى ) مختلف مع طرزه المظهري ( شكله الخارجى ) .</p> <p>٣ - ينتج دائما فى أجياله المختلفة الصفتين السائدة والمتنحية إذا حدث تلقيا ذاتيا.</p>	<p>١ - يحتوى تركيبه الوراثى على عاملين متماثلين سواء الصفة السائدة <b>AA</b> أو الصفة المتنحية <b>aa</b></p> <p>٢- طرزه الجينى ( تركيبه الوراثى <b>Genotype</b> ) متماثل مع طرزه المظهري ( شكله الخارجى <b>phenotype</b> )</p> <p>٣ - ينتج دائما فى أجياله المختلفة نفس الصفة اذا حدث تلقيا ذاتيا</p>

### **السيادة التامة Complete Dominance**

حالة وراثية تسود فيها إحدى الصفتين من زوج من الصفات الأليومورفية على الصفة الأخرى تماما في أفراد الجيل الأول ( الهجين ) ثم تظهر الصفتان معا في الجيل الثاني بنسبة ( ٣ سائد ) : ( ١ متنحي ) رموز خاصة بالصفات السائدة والمتنحية ( عند حل المسائل الوراثية )

١ - عامل الصفة السائدة يرمز له بالحرف الأول من هذه الصفة (باللغة الانجليزية) على ان يكتب حرف كبير .

٢- عامل الصفة المتنحية يرمز له بنفس حرف الصفة السائدة على ان يكتب حرفا صغيرا.

### **مثال**

صفة طول الساق رمز عامل الصفة T: وصفة قصر الساق t

رمز الفرد النقي TT طويل والفرد القصير tt رمز الفرد الهجين Tt

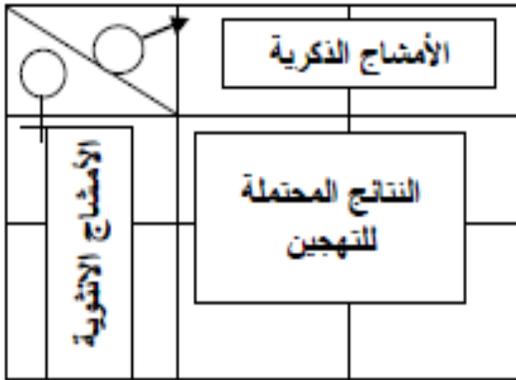
٢ - الرمز الخاص بالتزاوج ( × )      الذكر      الأنثى

٣ - الجيل الأول

الابوين P<sub>1</sub>      الامشاج G<sub>1</sub>      افراد الجيل الأول F<sub>1</sub>

٤ - الجيل الثاني

الابوين P<sub>2</sub>      الامشاج G<sub>2</sub>      افراد الجيل الأول F<sub>2</sub>



### مربع بونت Punnett Square

رسم هندسي يشبه رقعة الشطرنج توضع من أعلاه أفقياً الأمشاج الانثوية وتوضع على يسار المربع عمودياً الى أسفل الأمشاج الذكرية او العكس وتوضع في باقي المربعات نتائج التهجين المحتملة بين الأمشاج الذكرية

أ. صفة واحدة : دراسة صفة واحدة من دون النظر إلى بقية الصفة وهذا يعرف بالتلقيح

### الأحادي (Monohybrid Cross)

ب. صفتين : تعرف دراسة صفتين في وقت واحد بعملية التلقيح الثنائي (Dihybrid Cross)

### أمثلة :

مثال ( ١ ) فسر على أسس وراثية تزاوج نبات بازلاء طويل الساق نقي ( TT ) مع نبات قصير الساق نقي ( tt ) اوجد الجيل الاول والثاني ؟

( يتدرب الطالب على حل السبع صفات المختلفة لنبات البازلاء التي درسها مندل - كذلك التدريب على السبع صفات السائدة النقية والهجينة مع الصفات المتنحية )

مثال ( ٢ ) فسر على أسس وراثية تزاوج فأر ذكر أسود اللون نقي ( BB ) مع أنثى بنية نقية ( bb ) علماً بأن اللون الاسود يسود سيادة تامة على اللون البني - اوجد الجيل الاول والثاني ؟

يوجد في الانسان بعض الصفات وبعض العيوب والامراض التي تخضع لقوانين مندل :

صفات مندلية في الانسان		
المتنحية	السائدة	
بني	اسود	شعر الرأس
ناعم	مجعد	
خفيف	كثيف	

العين	بنية متسعة رموشها طويلة	زرقاء ضيقة رموشها قصيرة
حلمة الاذن	حرة	ملتحمة
الانف	قصيرة مقوس	طويل معتدل

عيوب وأمراض فى الانسان تخضع لقوانين مندل	
الصم والبكم	صفة متنحية
تفطح القدم	صفة سائدة
بروز الفك السفلى	صفة سائدة
قصر اصبع اليد	صفة سائدة
فقدان الذاكرة	صفة متنحية
ارتفاع ضغط الدم	صفة سائدة
العتة الطفولي	صفة متنحية

## ( يتدرب الطالب على حل الصفات والعيوب التي تخضع لقوانين مندل )

### القانون الثاني ( التوزيع المستقل للعوامل الوراثية )

( تنفصل أزواج الجينات بعضهما عن بعض ، وتوزع في الامشاج عشوائيا ومستقلة كل منها عن الأخرى)

### تجربة مندل

١ - قام مندل بتهجين نباتي بأزلاء احدهما طويل الساق **TT** بنفسجي الازهار **BB** نقي للصفتين مع

نبات قصير الساق ابيض الازهار نقي **ttbb** .

٢ - ترك مندل نباتات الجيل الاول تلقح نفسها ذاتيا ثم لاحظ .

### النتيجة

١ - النباتات الناتجة ( الجيل الاول ) جميعها طويلة الساق بنفسجية الازهار هجينة **TtBb** .

٢ - نباتات الجيل الثاني كانت النتائج كالتالي :

( ٩ ) نباتات طويلة الساق بنفسجية الازهار .

( ٣ ) نباتات طويلة الساق بيضاء الازهار .

( ٣ ) نباتات قصيرة الساق بنفسجية الازهار .

( ١ ) نباتات قصيرة الساق بيضاء الازهار .

### أمثلة

( يتدرب الطالب على حل نماذج عديدة لصفتين مختلفتين السائد والمتنحي لجميع الصفات )

( كذلك السائد الهجين للصفتين مع المتنحي لنفس الصفتين )

### مثال ( ١ )

في أحد النباتات حدث تلقيح بين نبات يحمل أزهار حمراء إبطية هجين للصفتين مع آخر يحمل أزهار

صفراء طرفية . فكانت أزهار النباتات الناتجة من بذور هذا التلقيح حمراء إبطية : حمراء طرفية : صفراء

إبطية : صفراء طرفية بنسبة ١ : ١ : ١ : ١

فسر ذلك على أسس وراثية ؟

## التلقيح الاختباري Test Cross

تلقيح يجرى لمعرفة التركيب الجيني للصفة السائدة ( لمعرفة ما اذا كانت نقية ام هجين ) وذلك بالتعجين مع الصفة المتنحية ( نقية دائما )

١ - اصبح من المعروف لنا من خلال التجارب ان :

١ - الفرد الذى تظهر فيه الصفة المتنحية طرزه الجيني يكون متشابه اللاقحة أى نقى دائما .

٢ - الفرد الذى تظهر فيه الصفة السائدة طرزه الجيني قد يكون :

أ - متشابه اللاقحة ( نقى )      ب - متباين اللاقحة ( هجين )

### نتائج التلقيح الاختباري

تدل نتائج التلقيح الاختباري على التركيب الوراثي للفرد الذى تظهر فيه الصفة السائدة  
فإذا كان الناتج :

١ - ١٠٠% أفراد تحمل الصفة السائدة كانت الصفة المختبرة نقية .

٢ - ٥٠% أفراد تحمل الصفة السائدة و ٥٠% أفراد تحمل الصفة المتنحية كانت الصفة المختبرة هجينة.

مثال ( ١ )

أذا كان لديك نبات بازلاء أزهاره بنفسجية اللون ( صفة سائدة ) مجهولة التركيب الجيني . كيف يمكن التعرف على تركيبها الجيني ؟

مثال ( ٢ )

فرد لدية كبش ابيض اللون يراد الاستدلال هل هو ابيض نقى أم هجين ( علما بان اللون الابيض يسود سيادة تامه على اللون الاسود ) ؟ فسر ذلك على أسس وراثية ؟

## تداخل فعل الجينات الصفات اللامندلية

السيادة الوسطية الجينات المميطة تعدد البدائل

### اولا : السيادة الوسطية: Intermediate Dominance

يوجد نوعان من السيادة الوسطية :

( أ ) السيادة غير التامة ( ب ) السيادة المشتركة

### ( أ ) السيادة غير التامة Incomplete Dominance

حالة وراثية يكون التركيب الظاهري للهجين وسطيا بين التركيبين الظاهرين للابوين النقيين في حالة السيادة غير التامة .

تكون النسبة في :

١ - الجيل الاول ١٠٠ % صفة وسط بين صفتي الابوين .

٢ - الجيل الثاني

( ١ صفة أحد الابوين ) : ( ٢ صفة وسط ) : ( ١ صفة الفرد الابوي الاخر )

### مثال

١- صفة لون أزهار نبات حنك السبع .

( عند تهجين نبات ازهاره حمراء **RR** مع نبات ازهاره بيضاء **WW** - ينتج في الجيل الاول نباتات ازهارها

قرنفلية اللون **RW** ) وسط بين الصفتين - كل جين يحدث أثرة (

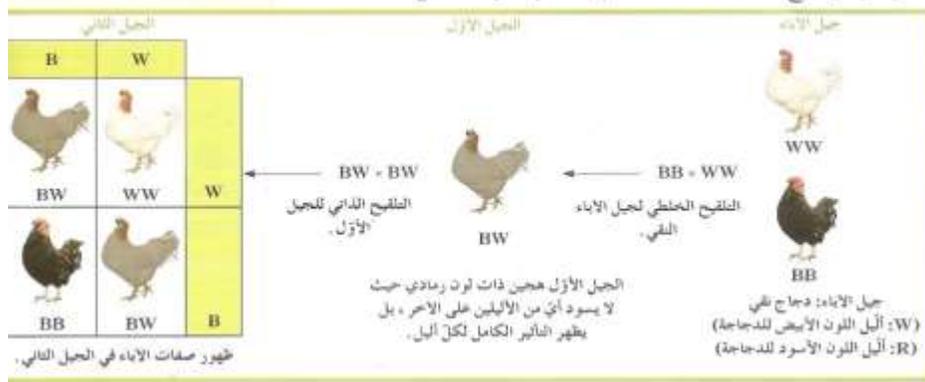
عند ترك نباتات الجيل الاول تلقح نفسها ذاتيا ينشأ الجيل الثاني بنسبة

( ١ صفة أحد الابوين حمراء ) : ( ٢ صفة وسط قرنفلية ) : ( ١ صفة الفرد الآخر بيضاء )

٢ - صفة لون الريش في الدجاج الاندلسي :

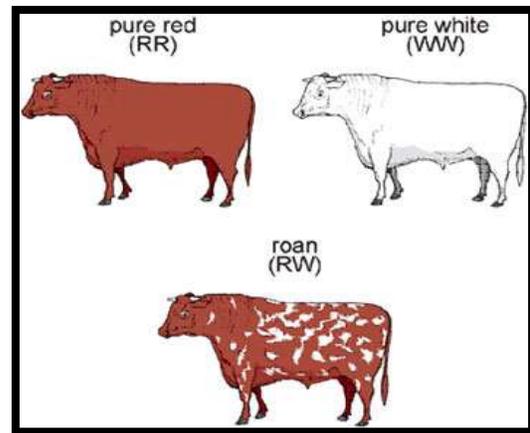
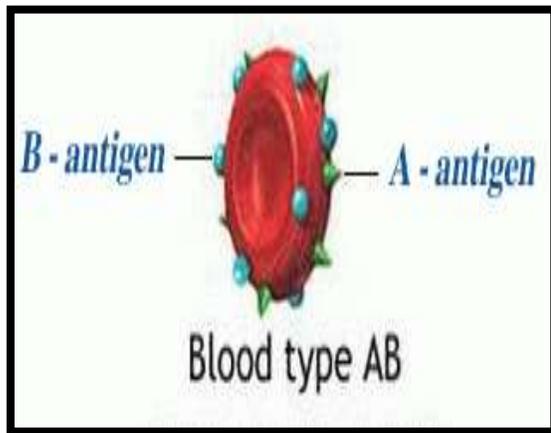
مثال :

( عند تزواج ديك أسود الريش ( **BB** ) مع دجاجة بيضاء الريش ( **WW** ) ينتج الجيل الاول رمادي الريش ( **BW** ) - عند تزواج افراد الجيل الاول مع بعضها ينتج الجيل الثاني بنسبة ( ١ صفة أحد الابوين أسود الريش ) : ( ٢ صفة وسط رمادي الريش ) : ( ١ صفة الفرد الاخر بيضاء الريش )



( ب ) السيادة المشتركة Codominance

حالة وراثية يظهر تأثير الأليلين الموجودين في الفرد الهجين كاملين منفصلين في حالة السيادة المشتركة. وراثية لون الشعر في ابقار الشورتهورن ، توارث فصيلة الدم (AB) في الإنسان.



## ثانياً : الجينات المميتة **Lethal Genes**

جينات وراثية تسبب تعطيل النمو وتوقف الحياة في مراحل مختلفة من العمر (لربع نسل الابوين غالباً) وذلك إذا وجدت بصورة نقية أو متماثلة ( سائدة او متنحية )  
أمثلة :

١- اللون الاصفر النقي للفئران

٢ - اللون الابيض في بادرات النبات

## ثالثاً : تعدد البدائل **Multiple Allelism**

حالة وراثية يحكم وراثتها الصفة فيها أكثر من زوج من البدائل ، ولكن نصيب الفرد فيها لا يتجاوز زوجاً واحداً منها فقط ،

مثال - فصائل الدم في الانسان

( **O , AB , B , A** ) تصنف فصائل الدم الى اربع فصائل هي

يتحكم في فصائل الدم ثلاث اليلات يرمز لها بالرموز ( **O , B , A** ) يرث الانسان منها اثنان .

التركيب الجيني	التركيب المظهري
AA , AO	فصيلة الدم A
BB , BO	فصيلة الدم B
AB	فصيلة الدم AB
OO	فصيلة الدم O

## الارتباط والعبور **Linkage and Crossing Over**

لعلك تعلمت مما سبق أن :

١ - كل صبغي (كروموسوم) يحمل أعداداً كبيرة من الجينات .

٢ - تنتقل الكروموسومات من جيل الى جيل عن طريق الامشاج فتورث معها الجينات إما مستقلة عن بعضها أو مرتبطة .

٣ - في ضوء ذلك يمكن توريث الجينات ( الصفات الوراثية ) بإحدى الاحتمالات الثلاثة التالية :

أ - التوزيع الحر للعوامل الوراثية .

ب - الارتباط التام

ج - الارتباط غير التام ( العبور )

### أولاً : التوزيع الحر للعوامل الوراثية :

- ١ - تحمل الجينات على كروموسومات مختلفة لذلك تسمى بالجينات الحرة أو المستقلة .
  - ٢ - تنتزع الجينات معا أثناء الانقسام الميوزي توزيعا مستقلا على الأمشاج .
  - ٣ - تظهر الصفات الوراثية على الأجيال الناتجة بالنسب التي وضعها مندل في قانونه الثاني .  
( الجينات الحرة أو المستقلة )
- جينات تحمل على كروموسومات مختلفة وتنتزع أثناء الانقسام الميوزي توزيعا مستقلا على الأمشاج أي تخضع للتوزيع الحر للعوامل الوراثية .

### ثانياً : الارتباط التام Absolute Linkage

- ١ - تحمل الجينات المختلفة على كروموسوم واحد لذلك تسمى بالجينات المرتبطة (**Linked Genes**) .
- ٢ - تنتقل الجينات معا أثناء الانقسام الميوزي عند تكوين الأمشاج .
- ٣ - تظهر الصفات الوراثية على الأجيال الناتجة بنسب وراثية أخرى لذلك تسمى هذه الحالة الارتباط التام .

### ( الارتباط التام )

ارتباط عدد من الجينات ببعضها على كروموسوم واحد فتنتقل من الآباء إلى الأبناء عن طريق الأمشاج كوحدة وراثية واحدة ( أي تورث كأنها صفة وراثية واحدة )

### ( الجينات المرتبطة )

جينات مختلفة تحمل على كروموسوم واحد وتنتقل معا أثناء الانقسام الميوزي عند تكوين الأمشاج كوحدة واحدة ( كأنها صفة واحدة ) ولا تخضع للتوزيع الحر للعوامل الوراثية .

### مثال

صفتي لون الجسم وطول الاجنحة في حشرة الدروسوفيلا :

- ١ - عند تزاوج ذكر رمادي اللون طويل الجناحين نقي ( **GL** ) ( **GL** ) مع أنثى سوداء مختزلة الجناحين نقية ( **gl** ) ( **gl** ) كانت افراد الجيل الاول رمادية اللون طويلة الجناحين هجين ( **GL** ) ( **gl** ) - يسود اللون الرمادي على الاسود و طول الجناح على اختزاله .
- ٢ - بتزاوج فردين من الجيل الاول ينتج ( ٣رمادي اللون طويل الجناح : ١ أسود اللون مختزل الجناح )

### ثالثاً : الارتباط غير التام Partial Linkage

- ١- تحمل الجينات المختلفة على كروموسوم واحد ( الجينات المرتبطة )
- ٢ - تتفصل بعض الجينات عن بعضها وتنتقل من الكروموسوم الى الكروموسوم النظير وهو ما يعرف بالارتباط غير التام الذي يحدث نتيجة العبور .

#### ( الارتباط غير التام )

ارتباط غير مطلق بين مجموعة الجينات المرتبطة معا على الكروموسوم الواحد نتيجة انفصالها عن بعضها وانتقالها من الكروموسوم الى الكروموسوم النظير نتيجة حدوث العبور .

### ( العبور ) Crossing Over

عملية ارتباط غير تام يتم فيها تبادل بعض أجزاء من الكروماتيدات الداخلية ( بما عليها من جينات ) لزوج الكروموسومات المتماثلة في الطور التمهيدي الاول للانقسام الميوزي مما يؤدي الى فك الارتباط بين بعض الجينات ونشأة كروموسومات جديدة .

#### يتم العبور كالتالي :

- ١- تتقارب ازوج الكروموسومات المتماثلة و يصبح كل زوج منها متشابك و يعرف ب ( الرباعي ) حيث يظهر كأربعة كروماتيدات ملتفه في نقاط تسمى ( كيازما Chiasmata ) الكيازما: نقاط الالتفاف بين الكروماتيدات المتماثلة في طور الرباعي و هي التي قد يحدث بها كسر لإتمام العبور .

- ٢ - تتبادل الكروماتيدات الداخلية ( غير الشقيقة ) قطعاً كروماتيدية بما عليها من جينات.
- ٣ - يفصل زوج الكروموسومات المتماثل في الطور الانفصالي الاول من الانقسام الميوزي و قد تم عبور الجينات بين الكروماتيدات غير الشقيقة .
- ٤- يفصل كروماتيدي كل كروموسوم عندما ينفلق السنتروميير في الطور الانفصالي الثاني فنحصل على نوعين من الكروماتيدات كالتالي :

أ- الكروماتيدات الداخلية : تسمى كروموسومات جديدة او ترتيبات جديدة و هي التي حدث بها تبادل القطع الكروماتيدية بما عليها من جينات .

ب- الكروماتيدات الخارجية : تسمى الكروموسومات الأبوية او ترتيبات ابوية حيث تحمل نفس تتابع الجينات الموجود في كروموسومات الالباء بسبب تبادل الجينات بها ( عدم حدوث العبور ) .

تتوزع الكروماتيدات عشوائياً على الجاميتات ( الامشاج ) في نهاية الانقسام الميوزي فيكون نوعها كالتالي :

١- جاميتات تحمل الكروموسومات الجديدة

ب- جامينات تحمل الكروموسومات الابوية

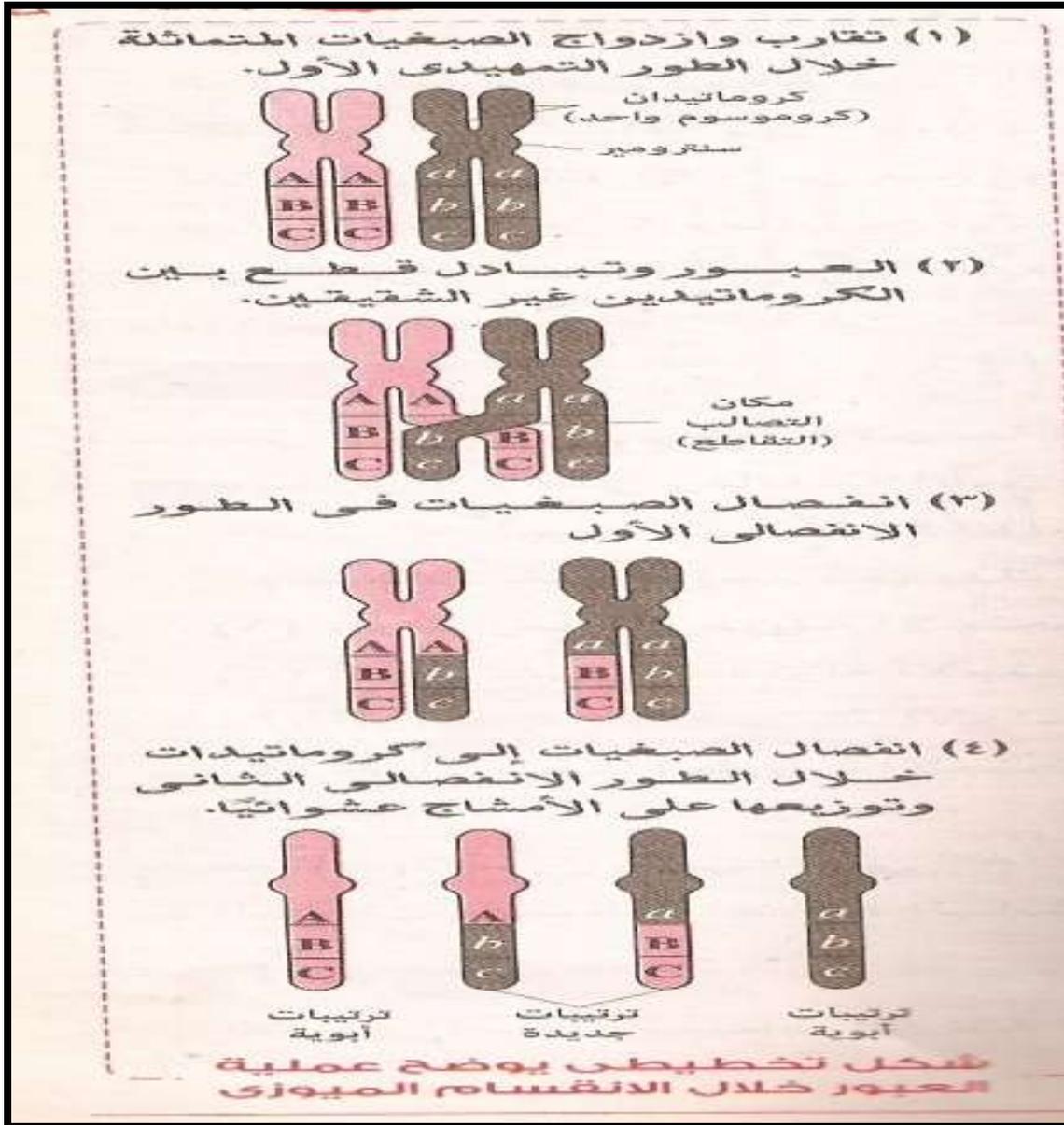
يتضح مما سبق ان :

أ- العبور عبارة عن ارتباط غير تام ينتج عنه تغير في الصفات الوراثية يتم بنسب محدودة تتناسب مع المسافة بين الجينات على الصبغي .

ب- قد يحدث احيانا اكثر من عبور واحد على نفس الصبغي .

ج- حدوث عبور بين كروماتيدين لهما نفس الجينات ( كما في حالة الجينات السائدة او المتنحية في الأفراد النقيه ) لا يترتب عليه تغير في النسب اي لا يعد ذلك عبورا .

و لتوضيح النسب الوراثية في حالة الارتباط غير التام ( العبور ) نأخذ المثال التالي:



## الطفرات Mutations

تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية المتحكمة في صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات في الكائن الحي

و تعتبر الطفرة حقيقية اذا ظلت متوارثة على مدى الاجيال المتتالية

اسباب حدوث الطفرات:

أ- تغير تركيب العامل الوراثي (الجين )

ب- تأثير البيئة

ج- تغير عدد الصبغيات

د- انعزال الجينات واعادة اتحادها (تغير تركيب الصبغيات)

## انواع الطفرات

اولا- تبعا لاهمية الطفرة

<u>طفرات غير مرغوب فيها</u>	<u>طفرات مرغوب فيها</u>
تمثل اغلب الطفرات. ومن امثلتها أ- التشوهات الخلقية في الانسان ب- العقم عند النبات الذي يسبب نقص المحصول	طفرات نادرة يحاول الانسان استحداثها ليستفيد منها . و من امثلتها : أ- الطفرة الاتي ادت الي ظهور سلالة ( انكن ) من الاغنام ذات الارجل القصيرة و المقوسة مما يجعلها لا تستطيع تسلق سور الحظيرة و اتلاف النباتات المزروعة و اعتبرها المربي صفة نافعة فعمل على اكاثرها. ب- الطفرات التي ادت الي زيادة انتاج المحاصيل النباتية.

## ثانيا - تبعا لنوع الطفرة

### ا-طفرات الجينية ( Genetic Mutations ):

طفرات تحدث نتيجة لتغير كيميائي في تركيب الجين ( تحديدا في ترتيب القواعد النيتروجينية في جزيء DNA ) مما يؤدي الي تكوين انزيم مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة. قد يصاحب التغير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من جين سائد الي جين متنحي او العكس ( في حالات نادرة ).

### ب- الطفرات الصبغية ( Chromosomal Mutations ):

طفرات تحدث نتيجة للتغير في اعداد او تركيب الصبغيات ( أ ) . التغير في عدد الصبغيات ( بعد الانقسام الميوزي )

#### الزيادة في عدد الصبغيات:

كما في حاله كلاينفلتر (  $44 + XXY$  )  
الزيادة بمقدار صبغي واحد

#### النقص في عدد الصبغيات :

كما في حاله تيرنر (  $44 + X$  ) النقص بمقدار صبغي واحد ( X )

#### تضاعف عدد الصبغيات ( التضاعف الصبغي ):

اسباب حدوثه:-

- ا- عدم انفصال الكروماتيدات بعد انفصال السنتروميير .
- ب- عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

#### • شيوعه و تأثيره:-

#### ا-في عالم النبات :

يكون أكثر شيوعا فنسبه كبيرة من النباتات المعروفة يكون (  $3n, 4n, 6n, 8n, 16n$  ) و ذلك عندما تتضاعف الصبغيات في الامشاج ينتج عنه افراد ذات صفات جديدة و يرجع ذلك لأن كل جين يكون ممثل بعدد اكبر فيكون تأثيره أكثر وضوحا فيكون النبات أكثر طولا و اكبر حجما و بخاصة الازهار و الثمار و توجد حاليا كثير من المحاصيل و الفواكه مثل (القطن و القمح والتفاح و الكمثرى والفراولة ) ذات التعدد الرباعي (التضاعف  $4n$  )

### ب- في عالم الحيوان :

يكون نادرا وذلك لان تحديد الجنس في الحيوانات يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية لذا يقتصر وجوده على بعض الانواع الخنثى من القواقع و الديدان التي لا توجد لديها مشكله في تحديد الجنس

### ( ب ) . التغير في تركيب الصبغيات

يحدث نتيجة تغير ترتيب الجينات على نفس الصبغي بسبب:

أ- انفصال قطعه من الصبغي اثناء الانقسام و التقافها حول نفسها بمقدار ١٨٠ و التحامها في الوضع

المقلوب على نفس الصبغي. ( **Inversion** )

ب- تبادل اجزاء من صبغيات غير متماثلته ( **Translocation** )

ج - زيادة ( **Duplication** ) او نقص ( **Deletion** ) جزء صغير من الصبغي .

### ثالثا - تبعا لمكان حدوث الطفرة :

الطفرة المشيحية Genital mutation	الطفرات الجسمية Somatic Mutation
. تحدث في الخلايا التناسلية (الامشاج ) . تظهر كصفات جديدة على الجنين الناتج - تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجيا	. تحدث في الخلايا الجسدية ( الجسمية ) . تظهر كأعراض مفاجئة على العضو الذي تحدث بخلياه. . اكثر شيوعا في النباتات التي تتكاثر خضريا حيث ينشا فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الام و يمكن فصل هذا الفرع و اكثره خضريا اذا كانت الصفة الجديدة مرغوبة.

## رابعاً - تبعاً لمنشأ الطفرة

### ١- طفرة تلقائية Spontaneous Mutation

تحدث دون تدخل الانسان وهي نادرة الحدوث في جميع الكائنات الحية. سبب حدوثها: تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن الحي مثل: الأشعة فوق البنفسجية - الأشعة الكونية - المركبات الكيميائية تلعب الطفرة التلقائية دوراً هاماً في عملية تطور الاحياء.

### ٢- طفرة مستحثة Induced Mutation

تحدث بتدخل الانسان للحصول على صفات مرغوبة في كائنات معينة. يستخدم الانسان لعمل الطفرات المستحثة :-

. عوامل طبيعية مثل : اشعه اكس / اشعه جاما / الأشعة فوق البنفسجية .

. عوامل كيميائية مثل : غاز الخردل / مادة الكولشيسين/ حمض النيتروز.

فبعد معالجة القمم النامية في النباتات بهذه المواد تضرر و تموت ليتجدد تحتها انسج جديدة تحتوي خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات .

اغلب الطفرات المستحثة تحمل صفات غير مرغوبه غير ان الانسان ينتقى ما هو نافع، و من امثلة الطفرات المستحثة المرغوب فيها :-

. استحداث طفرات تؤدي الي تكوين اشجار فواكه ذات ثمار كبيرة حلوة المذاق و خاليه من البذور .

. استحداث طفرات لكائنات دقيقه كالبنسليوم لها القدرة على انتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية ( مثل البنسلين) .

## المراجع

- ١- مذكرة التوجيه الفني. ٢٠١٦.
- ٢- بحث في بيولوجية الحياة والأنسان - سيلفيا.س. مايدر. الطبعة الاولى ٢٠١٠.
- ٣- البنيات والوظائف الجزيئية للخلايا. د شعاع اليوسف. ١٩٩٤
- ٤- أساسيات عامة في علم الفسيولوجيا . د رشدي فتوح عبدالفتاح.
- ٥- كتاب الصف العاشر لمادة الأحياء- الجزء الأول .
- ٦- كتاب الصف الحادي عشر (جزء أول ) والصف الثاني عشر( جزء ثاني )
- ٧ - مقدمة في علم الوراثة تأليف د/ الطيب أحمد المصطفى حياتي  
الطبعة الأولى ١٩٩٥م - الناشر مكتبة الخانجي - القاهرة - الدار السودانية للكتب بالخرطوم .
- ٨- بيولوجيا وراثة الخلية تأليف دكتور فتحي محمد عبد الوهاب - الطبعة الأولى ١٩٩١م - الدار العربية للنشر والتوزيع
- ٩ - أسس الوراثة الفسيولوجية - الأستاذ الدكتور مدحت خليل محمد - جامعة الأزهر - الطبعة الأولى ٢٠٠٤م - دار الكتب الجامعي - العين - الإمارات
- ١٠ - فسيولوجيا النبات -موسوعة النبات .
- ١١- علم الأحياء . جوناثان لوسوس، سوزان سينجر، كينيث ميسون ، شركة ماك جروهيل ، ٢٠٠٨ .  
الولايات المتحدة الأمريكية .